



Universidad Nacional Mayor de San Marcos

Universidad del Perú. Decana de América

Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica

Escuela Profesional de Ingeniería de Minas

**“Aplicación de mejora continua en la gestión del
planeamiento operativo minero y su influencia en el
beneficio económico mina Untuca – Cori Puno S.A.C”**

TESIS

Para optar el Título Profesional de Ingeniero de Minas

AUTOR

Heber Einsten HUAYNATE SABOYA

ASESOR

David MELGAR

Lima, Perú

2018

Agradezco a Dios quien decide y en mis manos esta su voluntad.

Dedico esta presente tesis a quienes siempre
estuvieron apoyándome, a mis padres, a mi
familia, a Carla, al Ing. Otto Sandoval, al Ing.
Juan Villanueva y al Ing. David Melgar, quien
asesoró la presente investigación.

RESUMEN

La Unidad Minera Untuca es una mina aurífera subterránea y superficial con leyes marginales, emplazada en rocas metamórficas de esquisto y filita de la Cordillera Sur Oriental del Perú con una calidad del macizo rocoso de tipo regular. Así mismo, presenta altos estándares de cultura de seguridad y responsabilidad socio-ambiental con su entorno.

Esta investigación está dividida en 2 fases: Fase 1, de Diagnóstico situacional de Noviembre del 2015 a Junio del 2016, y la Fase 2, de Procesos de mejora continua que abarca desde Julio del 2016 a Agosto del 2017. Los resultados operativos en ambas fases evidencian el proceso de mejora continua ejecutada en la mina, siendo el resultado final una obtención de onzas de oro más eficiente acorde a los tonelajes extraídos del minado. En la Fase 1 se obtuvo en promedio 1,765 oz Au/mes, mientras que en la Fase 2 progresivamente se incrementó la producción llegando hasta 3,959 oz Au/mes, con un promedio mensual de 3,323 oz Au/mes. En cuanto a tonelajes se incrementó de 29,105 TMH/mes en promedio en la Fase 1, a 52,005 TMH/mes en promedio en la Fase 2 de proceso de mejora continua.

El área de Planeamiento e Ingeniería de la Mina fue la encargada de conciliar y gestionar el control y proyección de los costos ejecutados y estimados de los procesos de mejora continua, conjuntamente con la Gerencia de Operaciones y las áreas operativas involucradas.

La presente investigación sustenta la hipótesis de que la aplicación de procesos de mejora continua influye en el beneficio económico representándose gráficamente por un modelo matemático de función potencial denominada curva de aprendizaje.

La curva de aprendizaje es empleada en estimar programas de producción, costos y presupuestos. Fue aplicada por primera vez por Theodore Paul Wright en 1936. En la presente investigación aplicaremos la curva de aprendizaje en la estimación de los costos generados por los procesos de mejora continua, los cuales se aplicaron de forma medida, progresiva y presupuestada.

Los 5 indicadores de sustento de la presente investigación son lograr: menor variación de la desviación estándar típica; mayor tasa de aprendizaje; cumplimiento entre 90% al 110 % de los parámetros de productividad; cumplimiento entre 90% al 110 % de la confiabilidad del

modelo matemático de curva de aprendizaje de estimación de costo; y una mayor influencia en el beneficio económico (ahorro) por la aplicación de procesos de mejora continua.

Del análisis global de la investigación, se obtuvo los siguientes logros que respaldan la hipótesis de la investigación: Desviación estándar típica en 9 de 11 actividades ≤ 1 \$/tmh, la tasa de aprendizaje 137%, el cumplimiento de los parámetros de productividad en 94%, el cumplimiento de la confiabilidad del modelo matemático de estimación de costos en 109% y la influencia en el beneficio económico de la aplicación de procesos de mejora continua de 223%, lográndose un ahorro de US\$ 1'873,113.

ABSTRACT

The Untuca Mining Unit is an underground and open pit gold mine with marginal grades, located in metamorphic rocks of shale and phyllites of the South Eastern Andes Mountain of Peru, with quality rock mass of the regular type, with high standards of safety and social-environmental responsibility with its stakeholders.

This investigation is divided into 2 phases: Phase 1 of Situational Diagnostic from November 2015 to June 2016, and Phase 2 of Continuous Improvement that covers from July 2016 to August 2017. The operative results in both phases show the improvement executed in the mine, the result being the ounces of gold produced and the broken tonnages extracted from the mine. In Phase 1, an average of 1,765 oz Au / month was obtained, while in Phase 2 progressively the production of fines increased to 3,959 Au oz, with a monthly average of 3,323 oz Au / month. In terms of tonnages, it increased from 29,105 Tmh / month on average in Phase 1, to 52,005 tmh / month on average in Phase 2 of Continuous Improvement.

The Planning and Engineering Area of the Mine was responsible for reconciling and managing the control and projection of executed and estimated costs of the continuous improvements, together with the Operations Management and the operational areas involved.

The research supports the hypothesis that the application of continuous improvement influences the economic benefit represented graphically by a mathematical model of potential function called the learning curve.

The learning curve is used to estimate production programs, costs and budgets. P. Wright applied it for the first time in 1936. In the investigation, we will apply the learning curve in the estimation of the costs generated by the continuous improvement, which were applied in a measured, progressive and budgeted way.

The indicators of sustenance of the present investigation is to achieve: the lowest standard deviation (≤ 1 \$/tmh), the highest learning rate ($\geq 100\%$), the highest accomplishment with the productivity parameters $\leq 90\% - 110\% \Rightarrow$, the greater reliability of the mathematical model of the learning curve of cost estimation in a range between $\leq 90\%$ -

110% => and the highest influence on the economic benefit of the application of continuous improvement, represented by the savings generated ($> = 100\%$).

The achievements that sustain the research hypothesis are: Typical standard deviation in 9 of 11 activities ≤ 1 \$/tmh, the learning rate 137%, the accomplishment of the productivity parameters in 94%, the reliability of the mathematical model of estimation of costs in 109% and the influence in the economic benefit of the application of the continuous improvement was of 223%, achieving savings of US\$ 1'873,113.

ÍNDICE

AGRADECIMIENTO	3
DEDICATORIA	4
RESUMEN	5
ABSTRACT	7
ÍNDICE	9
LISTA DE FIGURAS	15
LISTA DE TABLAS	17
GLOSARIO	19
INTRODUCCIÓN	21
1. PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACION	24
1.1. ANTECEDENTES	24
1.2. IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	27
1.3. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	28
1.4. IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN	28
1.5. OBJETIVOS	29
1.5.1. OBJETIVO GENERAL	29
1.5.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	29
1.6. PLANTEAMIENTO DE HIPÓTESIS CENTRALES Y ESPECIFICAS	30
1.7. REVISION DE INVESTIGACIONES RELACIONADAS	30
1.8. ORGANIZACIÓN DE LA INVESTIGACION	31
1.9. ALCANCES Y LIMITACIONES DE LA INVESTIGACION	32
1.10. CARÁCTER ORIGINAL DE LA INVESTIGACION	33
1.11. METODOLOGÍA DEL ESTUDIO DE INVESTIGACION	34
2. GENERALIDADES DE LA MINA UNTUCA – CORI PUNO S.A.C	38
2.1. UBICACIÓN	38
2.4.1. GEOLOGIA REGIONAL	39

2.4.1.1.	Paleozoico Inferior	40
2.4.2.	GEOLOGIA LOCAL	42
2.4.2.1.	Paleozoico inferior	43
2.4.3.	GEOLOGIA ESTRUCTURAL.....	43
2.4.4.1.	Mina Pomarani	45
2.4.4.2.	Mina Cruz de Oro	46
2.5.	RECURSOS DE MINERAL	46
2.6.	GEOMECANICA-GEOTECNIA	51
2.6.1.	ESTUDIO Y RECOMEDACIONES GEOMECANICAS MINADO SUBTERRANEO	51
2.6.1.1.	MODELAMIENTO GEOMECANICO	53
2.6.2.	ESTUDIO Y RECOMENDACIONES GEOTECNICAS PARA EL MINADO SUPERFICIAL.....	54
3.	MARCO DE REFERENCIA TEORICO-CONCEPTUAL	60
3.1.	ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACION	60
3.2.	ADOPCION DE LA TEORIA PROPUESTA	60
3.3.	BASES TEORICO CIENTIFICAS	63
3.4.	DESCRIPCION DEL MARCO TEORICO	64
3.4.1.	IMPORTANCIA DE LA MINERIA EN EL PERU Y EL MUNDO.....	64
3.4.2.	MINERIA MODERNA.....	65
3.4.3.	INGENIERIA DE MINAS	65
3.4.4.	NIVELES DE PLANEAMIENTO.....	65
3.4.4.1.	PLANEAMIENTO ESTRATÉGICO.....	65
3.4.4.2.	PLANEAMIENTO TÁCTICO	65
3.4.4.3.	PLANEAMIENTO OPERATIVO.....	66
3.4.5.	GESTION DEL PLANEAMIENTO OPERATIVO MINERO	66
3.4.6.	GESTION POR PROCESOS.....	66
3.4.7.	PROCESO DE MEJORA CONTINUA	67
3.4.8.	MODELO MATEMATICO DE THEODORE PAUL WRIGHT	68
3.4.9.	OTRAS APLICACIONES DE LA VIDA DIARIA DEL MODELO MATEMATICO DE LA CURVA DE APRENDIZAJE.....	75
3.4.10.	CALCULO DE INFLUENCIA DEL PROCESO DE MEJORA CONTINUA EN EL BENEFICIO ECONOMICO	78

4. METODOLOGIA Y PROCEDIMIENTO EMPLEADO	79
4.1. DISEÑO Y TIPO DE INVESTIGACION.....	80
4.2. VARIABLES DE ESTUDIO	82
4.3. POBLACION Y MUESTRA NECESARIA	82
4.4. HIPOTESIS DE TRABAJO.....	82
4.5. INSTRUMENTOS DE RECOLECCION DE DATOS.....	82
4.6. TÉCNICAS DE INVESTIGACION	85
4.7. PROCEDIMIENTOS.....	86
4.8. PROCESAMIENTO Y ANALISIS ESTADISTICO DE DATOS	86
5. RESULTADOS OBTENIDOS	87
5.1. PRESENTACION DE DATOS GENERALES	87
5.2. PRESENTACION Y ANALISIS DE DATOS (Prueba de hipótesis)	89
5.2.1. GRAFICOS Y TABLAS DEL PROCESO DE MEJORA CONTINUA	90
5.2.2. INTERPRETACION O DISCUSION DE DATOS.....	91
5.3. CONFORMIDAD O DISCONFORMIDAD CON OTROS AUTORES.....	96
6. CONCLUSIONES.....	97
7. RECOMENDACIONES.....	99
8. BIBLIOGRAFIA DE REFERENCIA Y DE CONSULTA	100
APENDICE 1.....	102
TABLAS DE DATOS	102
MINADO SUPERFICIAL.....	103
2110 – Perforación.....	103
Proceso de mejora continua 1: Mayor diámetro de broca	104
Proceso de mejora continua 2: Mayor Burden y Espaciamiento.....	104
Proceso de mejora continua 3: Mayor altura de banco	105
Proceso de mejora continua 4: Menor K m perforados/mes	105
.....	106
.....	106
✓ Desviación estándar típica = 0.82 \$/tmh	106
✓ Tasa de aprendizaje: 91%.....	106
✓ Cumplimiento de parámetros de productividad de MJCT=92%.....	106
✓ Confiabilidad del modelo matemático = 107%	106

✓ Influencia del Proceso de mejora continua en el Beneficio Económico = 278%	106
2120 - Voladura	106
Proceso de mejora continua 1: Menor densidad de carga por taladro.....	107
Proceso de mejora continua 2: Menor kg de explosivo proporcional a Tn.....	107
✓ Desviación estándar típica = 0.52 \$/tmh	108
✓ Tasa de aprendizaje: 110%	108
✓ Cumplimiento de parámetros de productividad de MJCT=123%	108
✓ Confiabilidad del modelo matemático = 116%	108
✓ Influencia del Proceso de mejora continua en el Beneficio Económico = 218%	108
2140 - Transporte de Mineral a Cancha	108
Proceso de mejora continua 1: Menor longitud de transporte.....	109
Proceso de mejora continua 2: Mayor productividad Tn/hr de transporte.....	109
✓ Desviación estándar típica = 0.76 \$/tmh	110
✓ Tasa de aprendizaje: 72%	110
✓ Cumplimiento de parámetros de productividad de MJCT=101%	110
✓ Confiabilidad del modelo matemático = 103%	110
✓ Influencia del proceso de mejora continua en el Beneficio Económico = 74%	110
2180 - Remoción de Desmonte (Desbroce)	110
.....	110
Proceso de mejora continua 1: Menor Tonelaje de desmonte.....	111
Proceso de mejora continua 2: Menor Stripping Ratio	111
Proceso de mejora continua 3: Menor horas de equipo.....	112
Proceso de mejora continua 4: Mayor valor de mineral (Tn x ley = kg de Au) ...	112
✓ Desviación estándar típica = 0.99 \$/tmh	113
✓ Tasa de aprendizaje: 114%	113
✓ Cumplimiento de parámetro productividad de MJCT=104%	113
✓ Confiabilidad del modelo matemático = 108%	113
✓ Influencia del proceso de mejora continua en el Beneficio Económico = -37%	113
2190 - Desarrollo de Accesos	113
Proceso de mejora continua 1: Menor horas de equipos en ejecución y/o mantenimiento de accesos.....	114
✓ Desviación estándar típica = 0.90 \$/tmh	114

✓ Tasa de aprendizaje: 67%	114
✓ Cumplimiento de parámetro de productividad de MJCT=73%	114
✓ Confiabilidad del modelo matemático = 86%	114
✓ Influencia del proceso de mejora continua en el Beneficio Económico = 236%	114
MINADO SUBTERRANEO	115
2210 - Avances en Desarrollo	115
Proceso de mejora continua 1: Menor ml avance en desarrollo	115
Proceso de mejora continua 2: Menor horas de equipo.....	116
Proceso de mejora continua 3: Mayor sección de desarrollo	116
Proceso de mejora continua 4: Menor F. de carga.....	117
✓ Desviación estándar típica = 0.75 \$/tmh	117
✓ Tasa de aprendizaje: 518%.....	117
✓ Cumplimiento de productividad de MJCT=88%	117
✓ Confiabilidad del modelo matemático = 113%	117
✓ Influencia del proceso de mejora continua en el Beneficio Económico = 111%	117
2310 - Avances en Preparación	118
Proceso de mejora continua 1: Menor ml en preparación	118
Proceso de mejora continua 2: Menor horas de equipo.....	119
Proceso de mejora continua 3: Mayor sección de preparación.....	119
Proceso de mejora continua 4: Menor Factor de carga.....	120
✓ Desviación estándar típica = 0.51 \$/tmh	120
✓ Tasa de aprendizaje: 273%.....	120
✓ Cumplimiento de parámetro de productividad de MJCT=92%	120
✓ Confiabilidad del modelo matemático = 106%	120
✓ Influencia del proceso de mejora continua en el Beneficio Económico = 95%	120
1.1.1.1.1. 2410 – Tajeo	121
Proceso de mejora continua 1: Mayor horas de equipo.....	121
Proceso de mejora continua 2: Menor Tn rotura proporcional a Tn min	122
Proceso de mejora continua 3: Menor dilución	122
Proceso de mejora continua 4: Menor F. de potencia	123
Proceso de mejora continua 5: Mayor valor de mineral Kg Au/mes.....	123
✓ Desviación estándar típica = 1.03 \$/tmh	124

✓ Tasa de aprendizaje: 79%	124
✓ Cumplimiento de parámetros de productividad de MJCT=99%	124
✓ Confiabilidad del modelo matemático = 109%	124
✓ Influencia del proceso de mejora continua en el Beneficio Económico = 123%	124
2510 - Transporte de mineral Subterráneo a Planta.....	124
Proceso de mejora continua 1: Menor longitud de transporte.....	125
Proceso de mejora continua 2: Mayor productividad de transporte.....	125
✓ Desviación estándar típica = 0.17 \$/tmh	126
✓ Tasa de aprendizaje: 79%	126
✓ Cumplimiento de parámetros de productividad de MJCT=100%	126
✓ Confiabilidad del modelo matemático = 106%	126
✓ Influencia del proceso de mejora continua en el Beneficio Económico = 30%	126
2530 - Acarreo y Carguío de Mineral.....	126
Proceso de mejora continua 1: Mayor productividad de scoop	127
Proceso de mejora continua 2: Menor horas de equipo.....	127
✓ Desviación estándar típica = 0.49 \$/tmh	128
✓ Tasa de aprendizaje: 91%	128
✓ Cumplimiento de productividad de MJCT=101%	128
✓ Confiabilidad del modelo matemático = 93%	128
✓ Influencia del proceso de mejora continua en el Beneficio Económico = 808%	128
1.1.1.1.2. 2720 - Relleno Detrítico.....	128
Proceso de mejora continua 1: Menor m3 de relleno.....	129
✓ Desviación estándar típica = 0.91 \$/tmh	129
✓ Tasa de aprendizaje: 9%	129
✓ Cumplimiento de parámetros de productividad de MJCT=70%	129
✓ Confiabilidad del modelo matemático = 375%	129
✓ Influencia del proceso de mejora continua en el Beneficio Económico = 111%	129
APENDICE 2	130
FOTOGRAFIAS	130
APENDICE 3	135
DOCUMENTACIÓN.....	135

LISTA DE FIGURAS

Figura 1-1: Diagrama de Pareto de las actividades críticas de Operaciones Mina	32
Figura 1-2: Procesos de Mejora continua aplicadas en el minado superficial	33
Figura 1-3: Procesos de Mejora continua aplicadas en el minado subterráneo	33
Figura 1-4: Ciclo de Metodología de Investigación	37
Figura 2-1: Plano de ubicación y accesibilidad de la Unidad Minera Untuca CPSAC	38
Figura 2-2: Afloramiento en la zona de Cruz de Oro	40
Figura 2-3: Litología en la zona de Cruz de Oro	41
Figura 2-4: Vista geológica de depósitos cuaternarios	42
Figura 2-5: Vista de mineralización de oro Pomarani	46
Figura 2-6: Leyenda de modelo de bloques de leyes	47
Figura 2-7: Campaña de sondajes en Mina Cruz de Oro	47
Figura 2-8: Campaña de sondajes en Mina Pomarani	47
Figura 2-9: Histograma de compósito Mina Cruz de Oro	48
Figura 2-10: Aplicación de Geoestadística Mina Cruz de Oro	48
Figura 2-11: Modelo de bloques en Mina Cruz de Oro	48
Figura 2-12: Modelo de bloques en Mina Pomarani	49
Figura 2-13: Diseño de Mina por Taladros Largos en Mina Pomarani	49
Figura 2-14: Diseño de Mina a Tajo Abierto en Mina Cruz de Oro	49
Figura 2-15: Tonelaje vs Ley media para diferentes cut off	42

Figura 2-16: Distribución de esfuerzos por taladros largos con pilares unitarios	50
Figura 2-17: Diseño del minado por taladros largos con pilares unitarios	53
Figura 2-18: Zonificación geotécnica del Tajo Abierto Cruz de Oro	55
Figura 2-19: Nomenclatura de taludes Tajo Abierto Cruz de Oro	56
Figura 2-20: Diseño de sección típica Tajo Abierto Cruz de Oro	57
Figura 2-21: Ubicación de secciones geotécnicas Tajo Abierto Cruz de Oro	57
Figura 2-22: Sección geotécnica AA' Tajo Abierto Cruz de Oro	58
Figura 2-23: Sección geotécnica BB' Tajo Abierto Cruz de Oro	58
Figura 2-24: Sección geotécnica CC' Tajo Abierto Cruz de Oro	59
Figura 3-1: Grafico típico de curva de aprendizaje Producción vs Tiempo	62
Figura 3-2: Factores que afecta la curva de aprendizaje	63
Figura 3-3: Tasas o periodos de aprendizaje de la curva de aprendizaje	63
Figura 3-4: Graficas de Función matemática del tipo Potencial	64
Figura 3-5: Curva de aprendizaje de la Teoría de P. Wright de 1936	69
Figura 3-6: Estimación y representación de la curva de aprendizaje de P. Wright 1936	72
Figura 3-7: Representación de aplicar el proceso de mejora continua	74
Figura 4-1: Etapas de la investigación	80
Figura 4-2: Instrumentos de recolección de datos mediante software y equipos	83
Figura 4-3: Matriz de Proceso de mejora continua (Planeamiento Estratégico y FODA)	84
Figura 4-4: Matriz de Control de productividad, costos ejecutados y estimados	85
Figura 4-5: Procedimiento de Mejora Continua de la presente investigación	86

Figura 5-1: Producción de onzas de oro y rotura de mineral en ambas fases	89
Figura 9-1: Formato de perforación con jumbo	136
Figura 9-2: Formato de perforación con equipo de taladros largos	136
Figura 9-3: Formato de vale de explosivo	137
Figura 9-4: Formato de devolución de explosivo	137
Figura 9-5: Formato de acarreo, carguío y relleno con scoop a control remoto	138
Figura 9-6: Formato de acarreo, carguío y relleno con scoop manual	138
Figura 9-7: Formato de perforación y voladura en Tajo Abierto	139
Figura 9-8: Formato de reporte equipo excavadora, tractor y cargador frontal	139
Figura 9-9: Formato de reporte de transporte de mineral y desmonte	140
Figura 9-10: Formato de vale de control de transporte y polígono de mineral	140
Figura 9-11: Formato de reporte de guardia	141
Figura 9-12: Formato de check list de equipos	141
Figura 9-13: Formato de control de horas (cargador frontal)	142
Figura 9-14: Formato de control de horas (tractor)	142
Figura 9-15: Formato de control de horas (excavadora)	143
Figura 9-16: Formato de trabajos de desmonte y mantenimiento superficial	143
Figura 9-17: Formato de trabajo mantenimiento subterráneo	144
Figura 9-18: Formato de trabajos por tareas administrativas	144

LISTA DE TABLAS

Tabla 2-1: Rutas y tiempos de llegada a la UM Untuca CPSAC	39
Tabla 2-2: Cuadro de estimación de recursos minerales Mina Cruz de Oro y Pomarani	50
Tabla 2-3: Cuadro de Tonelaje vs Ley media para diferentes Cut Off	50
Tabla 2-4: Resumen de Factor de Seguridad para Cámaras y Pilares	51
Tabla 2-5: Resumen de Factores de seguridad para Taladros Largos con pilares corridos	52
Tabla 2-6: Factor de seguridad en Tajo Abierto Cruz de Oro	56
Tabla 3-1: Comparativo entre Curva de aprendizaje y Curva de experiencia	62
Tabla 3-2 : Especificaciones del Modelo Matemático de la curva de aprendizaje	71
Tabla 3-3: Estimación de “h”, “s”, “R ² ” y “b”, por Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO), de la aplicación de Theodore Paul Wright	71
Tabla 5-1: Tabla de resultados de producción logrados por fases	89
Tabla 5-2: Desviación estándar típica por fases y actividades	91
Tabla 5-3: Cumplimiento de indicadores de gestión de la investigación	92
Tabla 5-4: Costo unitario estimada por actividades por la curva de aprendizaje	93
Tabla 5-5: Ahorro o gasto por Costo unitario por actividades ejecutadas y estimadas	94
Tabla 5-6: Ahorro o gasto por Monto por actividades ejecutadas y estimadas	95

GLOSARIO

Proceso de mejora continua

El proceso de mejora continua es un concepto del siglo XX que pretende mejorar los productos, servicios y procesos. Postula que es una actitud general que debe ser la base para asegurar la estabilización del proceso y la posibilidad de mejora. Cuando hay crecimiento y desarrollo en una organización, es necesaria la identificación de los procesos y el análisis mensurable de cada paso llevado a cabo. Algunas de las herramientas utilizadas incluyen las acciones correctivas, preventivas y el análisis de la satisfacción en los miembros o clientes. Se trata de la forma más efectiva de mejora de la calidad y la eficiencia en las organizaciones. En el caso de empresas, los sistemas de gestión de calidad, normas ISO y sistemas de evaluación ambiental, se utilizan para conseguir calidad total.

El Planificar es ¿Qué hacer? ¿Cómo hacerlo?. El Hacer es hacer lo planificado. El Verificar es analizar si ¿las cosas pasaron según se planificaron?. El Actuar es ¿Cómo mejorar la próxima vez?

Diagrama de Pareto

El Diagrama de Pareto es una herramienta de gestión que sirva para identificar el 80% de las pocas cosas vitales versus el 20% de las muchas cosas triviales, es decir, que hay muchos problemas sin importancia frente a unos pocos muy importantes. Mediante el diagrama colocamos los "pocos que son vitales" a la izquierda y los "muchos triviales" a la derecha.

Curva de aprendizaje

La curva de aprendizaje es la representación gráfica de un proceso de mejora continua que es medida, progresiva y presupuestada. Dicha curva es una función matemática del tipo potencial.

Mínimos cuadrados ordinarios (MCO)

En Estadística, es un método que minimiza la suma de las distancias verticales entre las respuestas ejecutadas y las respuestas del modelo, de tal forma se obtiene una curva que mejor se ajusta para un conjunto de pares ordenados. Además también se obtiene el coeficiente de determinación el cual indica la confiabilidad de la predicción, el cual depende la relación entre las variables causa y consecuencia. Este Coeficiente de Determinación, es el cuadrado del coeficiente de correlación de Pearson

INTRODUCCION

El proceso de mejora continua se puede representar gráficamente por una curva denominada curva de aprendizaje. Esta curva es un modelo matemático de función potencial y es aplicado en la programación de producción, estimación de costos y presupuestos.

Este concepto, utilizado por primera vez por Theodore Paul Wright en 1936, es empleado en la presente investigación al correlacionar el proceso de mejora continua aplicada con el beneficio económico con el que se relaciona desde el punto de vista netamente de costos, lo cual es una variable controlable por la Gestión del planeamiento operativo minero.

La organización de la presente investigación está dividida en 2 fases: Fase 1 de Diagnostico situacional durante el periodo de noviembre del 2015 a Junio del 2016. La Fase 2 referente al Procesos de mejora continua establecida durante el periodo Julio 2016 a Agosto 2017. Durante la Fase 2 de Procesos de mejora continua, se aplicaron 31 procesos de mejora continua en 11 actividades críticas de la Gestión del planeamiento operativo minero, definido a partir del diagrama de Pareto.

Cada proceso de mejora continua está enmarcado en Matrices de planeamiento estratégico, Matriz de proceso de mejora continua y Control de parámetros de productividad y de costos ejecutados y estimados, detallándose las metas y ejecución de esos procesos de mejora continua, estimándose los costos que se lograrían por cada proceso de mejora continua aplicado. Esta estimación de costos es obtenida de la Curva de aprendizaje de estimación de costos, sustentándose así que el proceso de mejora continua influye en el beneficio económico y se representa gráfica y matemáticamente mediante un modelo matemático de función potencial.

El orden secuencial de la presente investigación es el siguiente:

En el capítulo 1 se define el Planteamiento de la investigación, identificándose el problema, su importancia interna y externa, los objetivos, hipótesis y el carácter original de la presente investigación. La metodología del estudio de investigación es representada como un ciclo que consta de 5 partes a mencionar: Parte 1: Elaboración de la matriz de Planeamiento Estratégico y análisis FODA de la Fase 1 (Noviembre 2015 a Junio 2016). Parte 2: Conciliación con las áreas operativas de los procesos de mejora continua a aplicar en la Fase

2 (Julio 2016 a Agosto 2017). Parte 3: Elaboración y control en mina de las matrices de procesos de mejora continua. Parte 4: Generación de curvas de aprendizaje de estimación de costos de cada uno de los 31 procesos de mejora continua aplicados en las 11 actividades críticas de la operación mina definidas en el Diagrama de Pareto. Parte 5: Reconciliación entre el costo estimado y costo ejecutado de los procesos de mejora continua y su influencia en el beneficio económico.

En el capítulo 2 se describe las características geológicas y geomecánicas de la mina, asegurándose que la Unidad Minera Untuca es una mina aurífera de leyes marginales con minado mixto subterráneo por taladros largos y superficial por tajo abierto, emplazada en rocas metamórficas de la cordillera oriental del sur del país, definido principalmente por 2 mantos de buzamiento de 15° y potencias hasta de 26 m con una calidad de macizo rocoso del tipo regular.

En el capítulo 3 se detalla el marco teórico, donde principalmente se adopta la teoría de la presente investigación la cual se representa gráfica y matemáticamente por un modelo del tipo potencial denominado en Economía como curva de aprendizaje. Las curvas generadas se aplican en la estimación de los costos que se obtendrían para cualquier parámetro de productividad de los procesos de mejora continua aplicados, midiendo así su influencia en el beneficio económico.

En el capítulo 4 se define y muestra la metodología de investigación desarrollada, en la cual se establece que la presente investigación es explorativa, descriptiva y experimental. Además es una investigación aplicada y experimental correlacional porque busca correlacionar 2 variables del tipo causa – consecuencia como es el proceso de mejora continua (parámetro de productividad) – beneficio económico (costo). Según el diseño metodológico la presente investigación es retrospectiva por la fase 1 de diagnóstico situacional y prospectiva por la fase 2 de proceso de mejora continua. Es longitudinal en el tiempo. La población, muestras y procesamiento, se analizaron en bases a datos propios de la Empresa como el SYSMINA, SIG, SPI y en hojas de cálculo de Excel.

En el capítulo 5 se define los resultados obtenidos de los 31 procesos de mejora continua aplicados, se dividen por cada actividad crítica en la que se encuentran: Matriz de

Planeamiento estratégico y Análisis FODA del Diagnóstico situacional de la Fase 1, Resultados obtenidos, Representación gráfica de la curva de aprendizaje de estimación de costos (en líneas punteadas) y sus fórmula de estimación de costo que es una función matemática del tipo potencial. Cuadro de cálculo de estimación de costo y su comparativo con el ejecutado en cada periodo calculándose su varianza y desviación estándar típica. Matriz de proceso de mejora continua con las metas y ejecutados de la Fase 2. Detalle de cada proceso de mejora continua aplicado con su respectiva gráfica y cuadro de metas y costos ejecutados y estimados. Cálculo de la influencia de los 31 procesos de mejora continua aplicados en el beneficio económico. Finalmente se interpretan los datos y se da validez a la teoría de la curva de aprendizaje como curva que representa al proceso de mejora continua.

En el capítulo 6 se dan las conclusiones, en el capítulo 7 las recomendaciones, en el 8 las referencias bibliográficas y en el capítulo 9 los apéndices.

1. PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACION

1.1. ANTECEDENTES

En la presente tesis confluyen 3 variables principales: i) El Proceso de mejora continua, ii) la Gestión del Planeamiento Operativo Minero y iii) el Beneficio Económico. Los resultados y proyecciones de la interrelación de estas variables, son medidos, proyectados y graficados en curvas de aprendizaje de función potencial, lográndose aplicar éstas en la programación de producción de mineral y estimación de sus costos y presupuestos asociados.

A continuación, se presenta la bibliografía que sustenta la aplicación de la presente investigación:

- LEFCOVICH MAURICIO, 2000, Kaizen, la mejora continua y la curva de aprendizaje, El Cid Editor
<http://managersmagazine.com/wp-content/uploads/2008/12/mauricio-lefcovich-kaizen-y-la-curva-de-aprendizaje.pdf>

Decir que la mejora continua de los procesos es necesario para ser y permanecer entre los más competitivos es algo ya sabido y de lo cual mucho se ha escrito y hablado, lo importante es definir las estrategias y tácticas para llevarla a cabo, como así también su forma de medición. El seguimiento de los parámetros por medio del Control estadístico de procesos constituye la forma de medir los resultados en el corto plazo, pero cuando se debe medir la resultante de los diversos esfuerzos en el largo plazo y realizar previsiones que permitan adoptar decisiones estratégicas fundamentales, el instrumento pasa a llamarse Curva de aprendizaje. Así pues, los resultados de las actividades, herramientas y métodos aplicados al logro de la mejora continua pueden medirse, proyectarse y graficarse mediante la utilización de la Curva de aprendizaje.

- CAMPOS STEVEN, 2017, Curva de aprendizaje, una poderosa herramienta en los procesos productivos, Sitio web LinkedIn
<https://es.linkedin.com/pulse/curvas-de-aprendizaje-una-poderosa-herramienta-en-los-campos-avalos>

En la actualidad si se estudian los procesos productivos se debe necesariamente pensar en la optimización del uso de los recursos necesarios para producir un bien o servicio, orientando así a nuestra organización a un enfoque de mejora continua que permita obtener mejores resultados y a un costo adecuado. En términos generales una curva de aprendizaje describe de manera gráfica el grado de éxito en el aprendizaje obtenido a través del tiempo en la realización de una determinada actividad. Su aplicación se da en: la programación de la producción y en el establecimiento de costos y presupuestos.

- JIMENO JORGE, 2014, Modelo de Gestión en CIA Minera Volcan SAA, Perú.
<http://tramite.ingemmet.gob.pe/BusquedaGeodoc/images/biblioteca/Mine-21.pdf>

El trabajo está centrado en la implementación del Modelo de gestión para las operaciones de Volcan Compañía Minera S.A.A, que se encuentra enmarcado en el Modelo de Gestión de Maicon Baldrige. Esto se realizó con el objetivo de establecer un trabajo sistemático y estandarizado que asegure el proceso de mejora continua en línea con la visión de la empresa que apunta a un logro de la excelencia operativa. Para asegurar el despliegue se definió la estrategia del proceso de mejora continua, el cual se divide en tres módulos: Modulo de Organización, Modulo de Gestión y Modulo de Comunicación. Esta iniciativa permitió implementar círculos de mejora permanente, monitorear de forma sistemática la ejecución de iniciativas de mejora y seguir el impacto en los indicadores. Los resultados en la Empresa se evidencian en mejoras en el desempeño de los indicadores operativos que se traducen en resultados cuantitativos y cualitativos para la Compañía.

- GALO MUÑOZ LOPEZ, 2012, Modelo de Costos para la valorización de Planes Mineros, Chile.

http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/112524/cf-munoz_gl.pdf?sequence=1

El proceso de planificación minera comienza con un modelo geológico que es necesario valorizar. Para esta valorización se utilizan parámetros económicos fijos y posteriormente se definen las fases de explotación con la secuencia de extracción, con lo que se realiza el plan de producción.

- FORMENTO HECTOR, 2015, El Proceso de mejora continua, Claves para el desarrollo exitoso de las organizaciones, Argentina.

http://www.ungs.edu.ar/ms_publicaciones/wp-content/uploads/2017/08/9789876302050-resumen.pdf

En el artículo se menciona que es difícil establecer un origen preciso para lo que hoy se denomina proceso de mejora continua. En general se acepta que esta denominación se deriva del vocablo Japonés “Kaizen”, utilizado por Imai en la década del 80’ y que surge de la unión de dos ideogramas Japoneses Kai: cambio y Zen: beneficioso. El Kaizen o proceso de mejora continua, propone un cambio fundamental en la organización tradicional del trabajo y el mismo surge de considerar relevante la experiencia acumulada por los trabajadores (en todos los niveles), al desarrollar cotidianamente sus actividades. Esta experiencia, también conocida como conocimientos tácitos, son muy difíciles de codificar y, ser usados sistemáticamente, mientras que puede ayudar a resolver muchos de los problemas crónicos organizacionales. Aplicando el concepto de proceso de mejora continua, las personas en una empresa cualquiera tienen dos roles genéricos: uno es realizar la tarea cotidiana para la que han sido contratados, o “rutina”, y el otro es utilizar su experiencia para mejorar permanentemente aquello que se está haciendo, o “mejora”. En definitiva, el trabajo pasa a tener una función dual, independiente del nivel jerárquico, compuesta por la interacción entre “rutina y mejora”.

- MEMBRADO MARTINEZ JOAQUIN, 2002, Libro Innovación y Mejora Continua según el modelo EFQM de excelencia, España.

<https://relaremup.firebaseio.com/aa882/innovacin-y-mejora-continua-segn-el-modelo-efqm-de-excelencia-spanish-edition-by-joaquin-membrado-martnez-b00tqr3zeq.pdf>

El presente libro recopila las mejores prácticas del modelo EFQM aplicado a la innovación y mejora continua.

- GOLDRATT ELIYAHU, 1993, Libro La Meta: Un proceso de mejora continua, Estados Unidos.

<file:///C:/Users/windows/Downloads/Dialnet-LaMetaUnProcesoDeMejoraContinua-4760235.pdf>

El presente libro trata de como la meta de un objetivo es sinónimo de constantes procesos de mejora continua, para poder alcanzar dicha meta.

1.2. IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

Durante el semestre 2016-1 la producción de mineral superficial fue de 95,532 TMH y de la mina subterránea de 85,513 TMH, haciendo un total de 181,045 TMH con un promedio de 1,006 TMH por día, lo cual es inferior a las 1,800 TMHD de capacidad de tratamiento de Planta. Esta deficiente producción generó una conciliación de las áreas operativas respecto a la necesidad de aplicar procesos de mejora continua para progresivamente ir incrementando los niveles de producción a 1800 TMHD. En términos de onzas de oro, el promedio mensual en el semestre 2016-1 fue de 1,906 oz Au/mes.

Asimismo, se estuvo de acuerdo en la necesidad de que los cambios de procesos de mejora continua sean sustentados por sus costos ejecutados y estimados para poder determinar semestralmente el beneficio económico generado.

Se delegó este trabajo al Área de Planeamiento e ingeniería, encargada de la Gestión del planeamiento operativo minero, y gestionar el control y proyección de costos ejecutados y estimados de los procesos de mejora continua. Es así que se formula la pregunta de la presente investigación: En la Gestión del planeamiento operativo minero, ¿Cómo influye la aplicación del proceso de mejora continua en el beneficio económico?

1.3. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

La investigación se justifica técnica y económicamente, por aplicar procesos de mejora continua en la Gestión del planeamiento operativo minero, obteniéndose a partir de los costos ejecutados, las curvas de aprendizaje de función potencial relacionadas al proceso de mejora continua.

Estas gráficas son aplicadas en la estimación de costos de cada proceso de mejora continua, representando la influencia del estudio de mejora continua en el beneficio económico.

1.4. IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN

La presente investigación es importante internamente para la empresa y externamente para la validación del proceso de mejora continua que se representa gráficamente con una función potencial la cual se denomina curva de aprendizaje.

Internamente

- Se busca aplicar procesos de mejora continua para aumentar la producción de minado a 1800 TMHD y a 40,000 onzas de oro/año.
- Gestionar el control y proyección de los costos ejecutados y estimados de los 31 procesos de mejora continua aplicados a las 11 actividades críticas de la Gestión del planeamiento operativo minero según el diagrama de Pareto.

Externamente

- Validar la teoría de Theodore Paul Wright de 1936, en la cual el proceso de mejora continua se representa gráficamente por una función matemática del tipo potencial denominada curva de aprendizaje.
- Estimar los costos (US\$/TMH) para cualquier parámetro de productividad del proceso de mejora continua mediante el modelo matemático de la curva de aprendizaje de estimación de costo.

1.5. OBJETIVOS

1.5.1. OBJETIVO GENERAL

- Incrementar el Beneficio Económico de una operación minera marginal mixta subterránea y superficial, aplicando procesos de mejora continua en la Gestión del planeamiento operativo minero.

1.5.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Aplicar procesos de mejora continua (Planear, Hacer, Verificar y Actuar) al 80% de las actividades críticas de Operaciones Mina obtenidas del Diagrama de Pareto.
- Gestionar el Planeamiento Operativo Minero con todos los recursos e indicadores de minado optimizados, estimando el costo asociado de cada parámetro de productividad del proceso de mejora continua en el modelo matemático de función potencial denominado curva de aprendizaje de estimación de costos.
- Controlar la Influencia en el beneficio económico (costo) midiendo la confiabilidad del modelo matemático de la curva de aprendizaje de estimación de costo, comparándolo con el costo ejecutado establecido en el Sistema de presupuesto interno SPI de Cía.

1.6. PLANTEAMIENTO DE HIPÓTESIS CENTRALES Y ESPECIFICAS

La hipótesis central es que la aplicación de procesos de mejora continua influye en el beneficio económico representándose gráficamente esto por una función matemática del tipo potencial denominada curva de aprendizaje.

La hipótesis específica de esta investigación minera es que la aplicación de procesos de mejora continua en la Gestión del planeamiento operativo minero influye en el beneficio económico representándose gráficamente por un modelo matemático de función potencial denominada curva de aprendizaje de estimación de costos, el cual interrelaciona causa-consecuencia, los costos (consecuencia) ejecutados y estimados con los parámetros de productividad de los procesos de mejora continua aplicada (causa). La validación del modelo matemático de curva de aprendizaje de estimación de costo, se puede establecer con 5 indicadores:

- Indicador Desviación estándar típica
- Indicador Tasa de aprendizaje
- Cumplimiento de parámetros de productividad
- Confiabilidad del modelo matemático Influencia del proceso de mejora continua en el Beneficio Económico

1.7. REVISION DE INVESTIGACIONES RELACIONADAS

Se revisaron las investigaciones relacionadas, para las que la bibliografía es amplia en referencia a la aplicación de los procesos de mejora continua y su relación con la curva de aprendizaje, en diferentes industrias, pero en minería esta investigación sería la primera aplicada a la operación minera.

El Proceso de mejora continua, tiene una representación gráfica del tipo potencial llamada curva de aprendizaje. Esta curva es usada en la programación de producción y en la estimación de sus costos y presupuestos asociados. Esta curva de aprendizaje

se obtiene a partir de los costos ejecutados, por lo que es una curva de aprendizaje de estimación de costos.

La Gestión del Planeamiento Operativo Minero es un tema netamente minero del cual son escasas las investigaciones relacionadas, pudiéndose encontrar artículos o aplicaciones relacionadas en eventos y/o congresos mineros. Es un tema que se adquiere más de manera experimental o experiencia.

El beneficio económico es un tema ampliamente difundido, aun cuando su aplicación en operaciones mineras también es escasa, encontrándose principalmente en análisis costo beneficio. En las minas es usual que los temas económicos estén centralizados en bases de datos de sistemas de fácil acceso y oportuna descarga de resultados, como en la presente investigación.

1.8. ORGANIZACIÓN DE LA INVESTIGACION

La Organización de la Investigación se inició en mayo 2016 y se dividió en 2 fases y 5 periodos:

Fase 1: Diagnostico Situacional

Periodo 1 2015-2: noviembre 2015 a diciembre 2015

Periodo 2 2016-1: enero 2016 a junio 2016

Fase 2: Proceso de mejora continua

Periodo 3 2016-2: julio 2016 a diciembre 2016

Periodo 4 2017-1: enero 2017 a junio 2017

Periodo 5 2017-2: julio 2017 a diciembre 2017

Los Periodos 1 y 2 son considerados periodos de diagnóstico situacional mediante análisis FODA.

Los periodos 3, 4 y 5 son considerados periodos de ejecución de los procesos de mejora continua aplicándose las curvas de aprendizaje en su respectiva estimación de costo representándose gráficamente su influencia en el beneficio económico.

1.9. ALCANCES Y LIMITACIONES DE LA INVESTIGACION

El CDR 920 Operaciones Mina representa el 60% del Costo Cash de la Unidad. La investigación se limita a las actividades críticas del CDR 920 quienes concentran el 80% del costo del CDR. Estas actividades dependen directamente de la Gestión del planeamiento operativo minero. El alcance del uso de las curvas de aprendizaje es representar gráficamente los costos ejecutados, estimar los costos asociados de los procesos de mejora continua y evaluar su influencia en el beneficio económico.

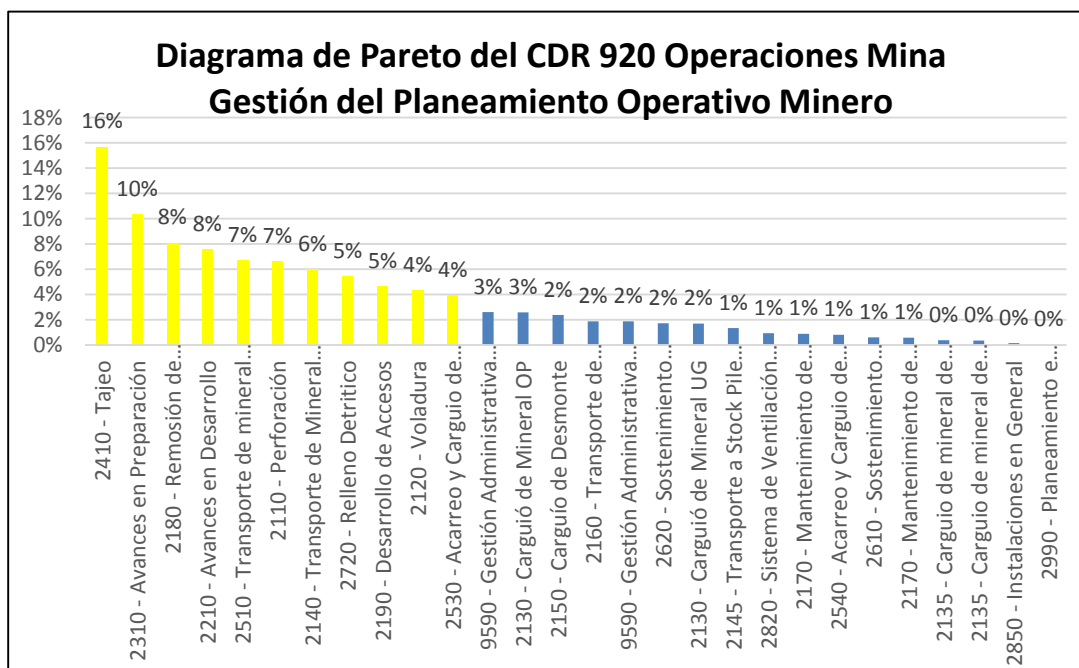


Figura 1-1: Diagrama de Pareto de las actividades críticas del CDR 920 Operaciones Mina

Etiquetas de fila	Variable principal	Variable de mejora continua	Mejor Si	Costo
Perforación				
Mayor diámetro de broca (pulg)	m perf	pulg	mayor	menor
Mayor Burden y Espaciamento (m2)	m perf	m2	mayor	menor
Mayor altura de banco (m)	m perf	m	mayor	menor
Menor m perf proporcional a Tn (Kmperf/mes)	m perf	Kmperf/mes	menor	menor
Voladura				
Menor Densidad de carga por taladro (kg/tal)	Kg explosivo	kg explos/tal	menor	menor
Menor Kg explosivo proporcional a Tn min (KKg/mes)	Kg explosivo	Kkg/mes	menor	menor
Transporte de Mineral a Planta Concentradora				
Menor longitud de transporte (km)	km	km	menor	menor
Mayor productividad de transporte (tn/hr)	km	tn/hr	mayor	menor
Remoción de desmonte (Desbroce)				
Menor Tn de desmonte (Ktn desm/mes)	tn desm	Ktn desm/mes	menor	menor
Menor Stripping Ratio (tn desm/tn min)	tn desm	tn desm/tn min	menor	menor
Menor horas de equipo (Khr)	tn desm	Khr	menor	menor
Mayor Tn y ley (KgAu/mes)	tn desm	Kg Au/mes	mayor	menor
Desarrollo de accesos				
Menor horas de equipo (Khr/mes)	hr	Khr/mes	menor	menor

Figura 1-2 Procesos de Mejora continua aplicadas en el minado superficial

Etiquetas de fila	Variable principal	Variable de mejora continua	Mejor Si	Costo
Avances en desarrollo				
Menor ml avance en desarrollo (ml desarr/mes)	ml desarr	ml desarr/mes	menor	menor
Menor horas de equipo (hr/mes)	ml desarr	hr	menor	menor
Mayor sección de desarrollo (m2)	ml desarr	m2	mayor	menor
Menor Factor de carga (kg/m)	ml desarr	Kg/m	menor	menor
Avances en preparación				
Menor ml avance en preparación (ml prep/mes)	ml prepar	ml prepar/mes	menor	menor
Menor horas de equipo (hr/mes)	ml prepar	hr/mes	menor	menor
Mayor sección de preparación (m2)	ml prepar	m2	mayor	menor
Menor Factor de carga (kg/m)	ml prepar	Kg/m	menor	menor
Tajeo				
Mayor horas de equipo (Khr/mes)	% tn desm	Khr/mes	mayor	menor
Menor Tn rotura proporcional a Tn min (Ktn rot/mes)	% tn desm	tn rotura/mes	menor	menor
Menor Dilución (tn desm/tn min)	% tn desm	tn desm/tn min	menor	menor
Menor Factor de potencia (kg/tn)	% tn desm	Kg/tn	menor	menor
Mayor Tn y ley (Kg Au/mes)	% tn desm	Kg Au/mes	mayor	menor
Transporte de Mineral Subterráneo a Planta				
Menor longitud de transporte (km)	km	km	menor	menor
Mayor productividad de transporte (tn/hr)	km	tn/hr	mayor	menor
Acarreo y Carguío de mineral				
Mayor productividad de scoop (tn/hr)	hr	tn/hr	mayor	menor
Menor horas de equipo (Khr)	hr	hr	menor	menor
Relleno Detritico				
Menor m3 de relleno (Km3)	m3 relleno	m3 relleno	menor	menor

Figura 1-3 Procesos de Mejora continua aplicada en el minado subterráneo

1.10. CARÁCTER ORIGINAL DE LA INVESTIGACION

El carácter original de la investigación es sustentar que el Proceso de mejora continua se representa matemáticamente mediante un modelo matemático de función potencial, denominada curva de aprendizaje; lográndose estimar los costos generados por las procesos de mejora continua en las actividades de la operación mina, midiéndose su influencia en el beneficio económico. Su aplicación en Minería es

novedosa, pudiendo tomarse como referencia los costos y parámetros de productividad ejecutados y estimados en operaciones mineras subterráneas y superficiales.

1.11. METODOLOGÍA DEL ESTUDIO DE INVESTIGACION

La Metodología del Estudio de Investigación consta de 5 partes:

1.11.1. Diagnosticar situación 2015-2,2016-1 mediante matrices de Análisis FODA (Fase 1 Diagnostico Situacional).

1.11.2. Visionar y conciliar la aplicación de procesos de mejora continua Planear Hacer Verificar Actuar en la Gestión del Planeamiento Operativo Minero (Fase 2 Proceso de mejora continua). Siendo las etapas que se seguirán las siguientes:

- Planear: ¿Qué hacer? ¿Cómo hacerlo? ¿Cómo mejorar? ¿Qué recursos se necesitan? ¿Evaluación técnico económica de los resultados a obtener?
- Hacer: Ejecutar lo planificado.
- Verificar: Resultados de lo planificado y ejecutado mediante el control, evaluación y reconciliación de los indicadores mediante formatos y sistemas de la Compañía.
- Actuar: ¿Cómo mejorar la próxima vez? ¿Quiénes serán los responsables de la siguiente mejora?

1.11.3. Elaboración y control en mina Matrices de procesos de mejora continua, lo cual contempla:

- ❖ Área
- ❖ Proyecto
- ❖ Código de actividad
- ❖ Actividad
- ❖ Meta
- ❖ Finalidad

- ❖ Rubro
- ❖ Visión de la Empresa
- ❖ Misión del Área
- ❖ Objetivo Estratégico
- ❖ Acción Estratégica
- ❖ Producto
- ❖ Diagnóstico Situacional (FODA)
- ❖ Indicador Principal
- ❖ Formula del indicador
- ❖ Descripción del Indicador
- ❖ Ejecutado del Diagnóstico situacional (2016-1)
- ❖ Meta (2017-2)
- ❖ Periodo
- ❖ Proceso de mejora continua Planear: Acción Estratégica
- ❖ Proceso de mejora continua Hacer: Actividad del Proceso de mejora continua y Meta programada de actividad.
- ❖ Proceso de mejora continua Verificar: Meta ejecutada de actividad, indicador programado por tonelada, indicador ejecutado por tonelada, ingreso, costo y beneficio económico.
- ❖ Proceso de mejora continua Actuar: Meta programada y responsable de la actividad del Proceso de mejora continua para el siguiente periodo.

1.11.4. Generación de curvas de aprendizaje del Proceso de mejora continua y estimación de sus costos, lo cual contiene:

- ❖ Actividad
- ❖ Nombre de actividad
- ❖ Tarea o Proceso de mejora continua
- ❖ Periodo
- ❖ Costo
- ❖ Valor del proceso de mejora continua programada

- ❖ Valor del proceso de mejora continua ejecutada
- ❖ Grafica de función potencial de línea de tendencia de costo (Curva de aprendizaje)
- ❖ Formula de Curva de aprendizaje de estimación de costo.
- ❖ Coeficiente de determinación que indica la probabilidad de veces de ajuste a la realidad de la curva de aprendizaje
- ❖ Cuadro de estimación de costos periodo de ejecución 2017-1 y proyección 2017-2
- ❖ Porcentaje de tasa de aprendizaje.
- ❖ Costo ejecutado Julio y Agosto 2017-2
- ❖ Varianza entre costo ejecutado y proyectado 2017-2

1.11.5. Evaluación, sustentación, medición y reconciliación periódica del modelo matemático de los procesos de mejora continua aplicados y su influencia en el beneficio económico.

- ❖ Producción Superficial Diagnostico Situacional 2015-2, 2016-1
- ❖ Producción Superficial Proceso mejora continua 2016-2,2017-1,2017-2
- ❖ Costo ejecutado Diagnostico Situacional 2015-2,2016-1
- ❖ Costo ejecutado Proceso de mejora continua 2016-2,2017-1,2017-2
- ❖ Ahorro o gasto por proceso de mejora continua
- ❖ Beneficio Económico de Costo por Proceso de mejora continua 2016-2, 2017-1, 2017-2
- ❖ Beneficio Económico de Ingreso por Proceso de mejora continua 2016-2,2017-1,2017-2
- ❖ Beneficio Económico Total por Proceso de mejora continua 2016-2, 2017-1, 2017-2

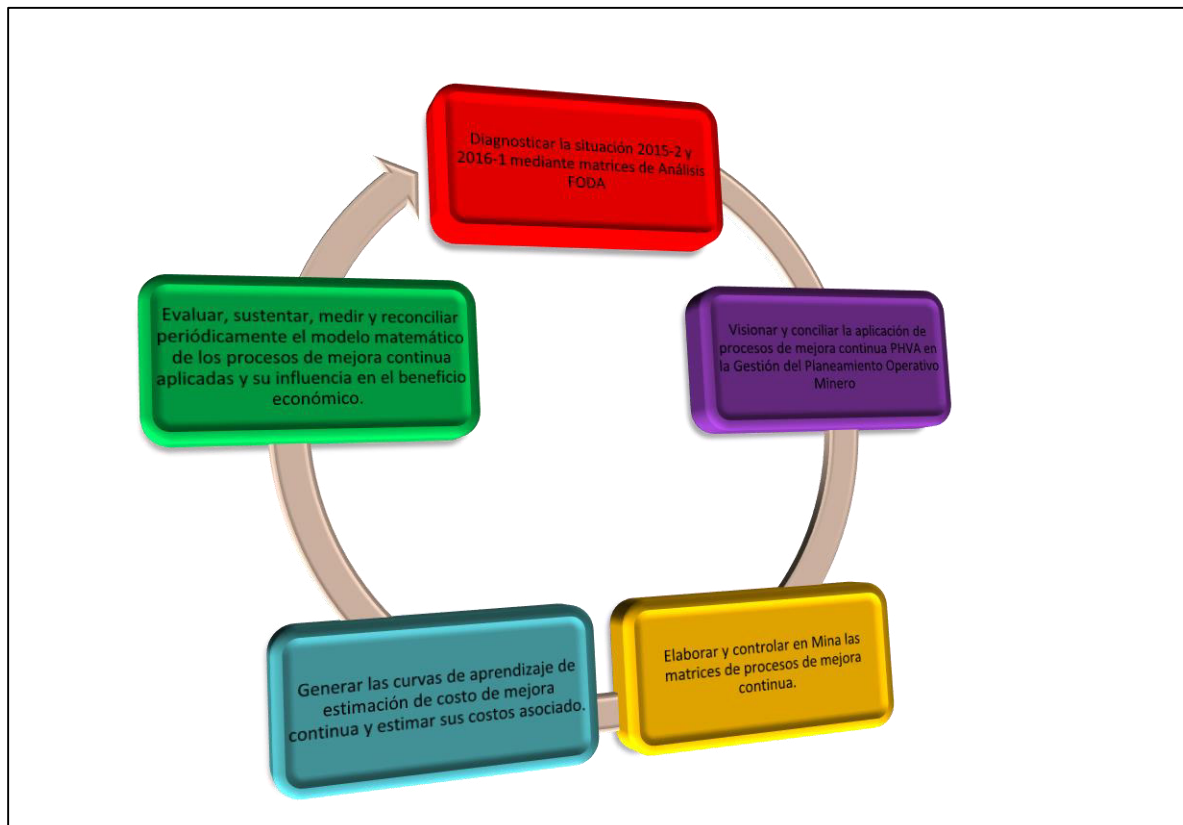


Figura 1-4: Ciclo de Metodología de Investigación de la presente tesis

2. GENERALIDADES DE LA MINA UNTUCA – CORI PUNO S.A.C

2.1. UBICACIÓN

La Unidad Minera Untuca CORI PUNO SAC del Grupo Minero Consorcio Minero Horizonte, se encuentra ubicada en el paraje Cochapata, distrito de Quiaca, provincia de Sandia, Región de Puno, en las estribaciones orientales de la Cordillera Oriental del Sur del Perú, con altitudes que van de 3900 msnm hasta 5000 msnm.



Figura 2-1: Plano de ubicación y accesibilidad de la Unidad Minera Untuca

CPSAC

2.2. ACCESOS

Es accesible desde la ciudad de Juliaca por tres vías: la primera es por la “vía Putina” a través de 197.0 Km de recorrido en 4 horas 50 min; la segunda es por la “vía Azángaro” a través de 226.5 Km de recorrido en 6 horas 45 min y la tercera es por la “vía Huancané” a través de 227.0 Km de recorrido en 7 horas 30 min.

Tabla 2-1: Rutas y tiempos de llegada a la UM Untuca CPSAC

Ruta	Km	Vía	Horas
Juliaca – Putina	89.0	Asfaltada	2 hr 00 min
Putina - Ananea	54.0	Afirmada	1 hr 00 min
Ananea - Untuca	32.0	Trocha	1 hr 30 min
Untuca – Proyecto Cruz de Oro	22.0	Trocha	0 hr 20 min
Total	197.0		4 hr 50 min

2.3. HISTORIA

Debido a que la Unidad Minera pertenece a la zona aurífera que limita con La Rinconada y Ananea, se le considera una zona de explotación artesanal, lo que viene siendo explotado desde hace muchos años. En el 2004, CMH se creó la empresa Cori Puno, la que inicia operaciones en el 2007 en la unidad de producción Untuca, con un incremento progresivo de capacidades de planta hasta llegar actualmente a 1900 TMH autorizadas. Inicialmente se minó la zona de Cerro La Torre, para progresivamente minar otras zonas hasta las actuales zonas de producción de Pomarani y Cruz de Oro.

2.4. GEOLOGIA

2.4.1. GEOLOGIA REGIONAL

El área del Yacimiento se encuentra enmarcada en la Cordillera Oriental en el sur de Perú. La columna estratigráfica está conformada por rocas cuyas edades están comprendidas entre el Paleozoico inferior y Cenozoico (Cuaternario); en las que se distinguen los siguientes: El Paleozoico inferior compuesto por rocas sedimentarias

de lutitas y areniscas (metamorfizadas) y el cuaternario compuesto por depósitos fluvio glaciares. Se ha podido distinguir las siguientes unidades estratigráficas Grupo San José, Formación Sandia, Formación Ananea así como depósitos cuaternarios.

2.4.1.1. Paleozoico Inferior

Grupo San José. Este Grupo fue definido por Laubacher, G. (1978), en la localidad de San José. El Grupo San José aflora en el área de estudio en franjas con dirección noroeste a sureste afectado por fallas inversas y normales. En la quebrada Ananea (sector campamento minero Cartagena), se reconoció afloramientos de pizarras grafitosas laminadas (aspecto limoso) delgadas muy finas intercaladas con algunos estratos de cuarcitas finas grises; estos niveles presentan algunas coloraciones rojizas por efectos de oxidación de la pirita que se encuentra en algunos niveles.

Formación Sandia. Es la unidad lito estratigráfica más antigua del Paleozoico en el área. Fue definido inicialmente por Laubacher (1978) en el valle de Sandía, constituida por una secuencia detrítica de pizarras oscuras e intercaladas con cuarcitas que van de metros a milímetros de ancho. Se ha catalogado como edad Caradociana del Ordovícico. Por tratarse de una sedimentación impuesta por las filitas y lutitas, cuyas estructuras internas corresponden a flaser bedding, lenticular bedding, wave bedding y otras, indicarían que la formación se habría sedimentado en un ambiente de llanura tidal.

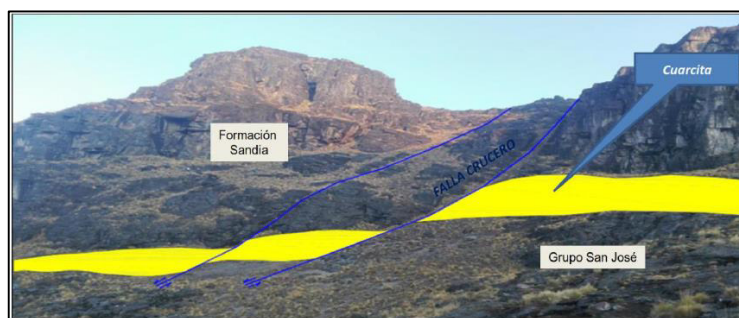


Figura 2-2: Afloramiento en la zona de Cruz de Oro

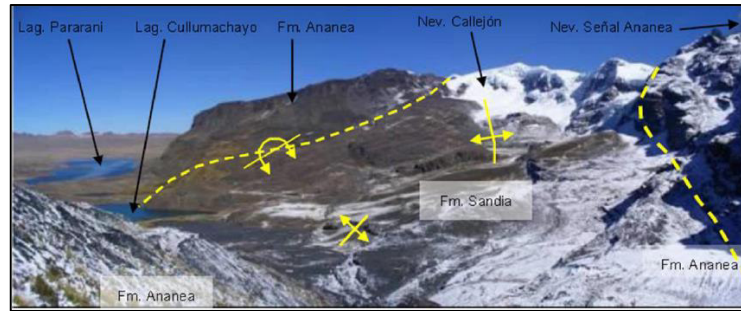


Figura 2-3: Litología en la zona de Cruz de Oro

Formación Ananea. Fue denominada así por Laubacher (1978) en la Cordillera Oriental. Consiste en una gruesa serie de esquistos pizarrosos con composición mineralógica de muscovita, cuarzo, sericita, clorita, que están afectados por un metamorfismo de tipo epizonal. Se intercala algunos bancos masivos de areniscas de grano fino. Sus contactos estratigráficos con la formación infrayacente están relacionados a un fallamiento inverso que muestra a la Formación Sandia cabalgando sobre la Formación Ananea, mientras que el contacto con la formación suprayacente no se observa. Catalogado perteneciente al Silúrico-Devónico.

2.4.1.2. Depósitos cuaternarios (Cenozoico)

Presenta tres depósitos cuaternarios, dos del Holoceno (depósitos aluviales y depósitos coluviales) y uno del Pleistoceno (depósitos morrénicos).

Depósitos Aluviales. Constituido por material de grava, arena compuestos por fragmentos de filitas, pizarras, cuarcitas, cuarzo; y limo – arcilla. Su espesor varía de acuerdo a la topografía del lugar. Se encuentran generalmente relleno de quebradas. Se encuentran presente principalmente en las quebradas Choquechambi, Iscaycruz.

Depósitos Coluviales. Constituidos por material original de la roca preexistente, de recorrido corto, que se han depositado mayormente al final de una pendiente moderado - fuerte en los ríos y quebradas, formando conos aluviales. Se encuentran

en las cumbres (pequeños), quebradas (Azoguine, Ananea, etc) y ríos (Untuca, Choquechambi, etc.).

Depósitos Morrénicos. Constituido por material removido y acarreado por el hielo de fragmentos de pizarra, cuarcita, filitas, cuarzo, granitos, etc. Con una matriz arena – arcillosa. Estos depósitos se depositaron en varias etapas de glaciación, formando tipos diferentes de morrenas (lenguas glaciares, laterales, etc.). Se encuentra expuesta en las quebradas (Queñuani, Azoguine, etc.), alrededor de la laguna Ananea y en otras pequeñas. Estos depósitos tienen gran importancia económica debido a su contenido de valores económicos, formando yacimientos tipo placer.



Figura 2-4: Vista geológica de depósitos cuaternarios

2.4.1.3. Rocas intrusivas

Se localizan al NW del área de estudio en el Cerro Utccuccaca, de composición granítico ácido que ha intruído a las rocas del Paleozoico Inferior (Formación Sandia). Probablemente controlada por un sistema de fallamiento de dirección NW. En la zona intruída se observan rocas esquistosas, producto del metamorfismo de contactos.

2.4.2. GEOLOGIA LOCAL

Se desarrolla en esquistos del Grupo San José pertenecientes al Ordovícico medio - inferior. Las unidades litológicas que afloran son de edades del paleozoico inferior y

está comprendida por una secuencia de esquistos mineralizados (sulfuros) pertenecientes a la Formación San José (de textura porfidoblastica de andalucita y cordierita), infrayaciendo a la secuencia de filitas esquistosas con intercalación de bandas de Metarenisca de la Formación Sandia Inferior pertenecientes al periodo (Ordovícico superior) en donde presenta valores anómalos y un paquete de cuarcita gris/blanco con potencias variables que va de 2 a 30 metros, emplazados por vetas de cuarzo lechoso, Qz gris, Py oquerosa, Po y Apy (en parches).

2.4.2.1. Paleozoico inferior

Grupo San José (Ordovícico medio inferior). Secuencia de esquistos porfidoblasticos y lodolíticos con intercalación de cuarcitas. El primero con intercalación de metareniscas de potencias milimétricas, con porfidoblastos de andalucita que llega a medir hasta los 2 cm de tamaño. El segundo con blastos de lodolita (cordierita).

Formación Sandia Inferior (Ordovícico superior). Secuencia de filitas esquistosas con intercalación de metareniscas milimétricas a centimetricas.

2.4.3. GEOLOGIA ESTRUCTURAL

Las rocas han sido afectadas desde el Paleozoico inferior hasta el Cretácico por una secuencia de esfuerzos compresivos a través del tiempo geológico, las cuales han originado áreas de cizallamiento intenso y plegamiento. La secuencia del proceso estructural en la roca originó zonas de debilidad, por donde se emplazó la solución mineralizante que dieron origen a las áreas mineralizadas (CLT, Llactapata, Gallocunca, La Lomada, Pomarani, Pullucunoc, Cruz de Oro, San Miguel).

Este sistema de fallamiento es controlada por la falla “San Miguel” que es una falla inversa y de bajo ángulo que aflora al Oeste del área y tiene un buzamiento de 30° E, espesor de aproximadamente 80m, el fracturamiento intenso en la zona de falla en forma simoidal es rellenado posteriormente por un evento de feldespatos y luego por

cuarzo blanco a hialino y finalmente un evento de disseminación de pirita asociado al cuarzo gris y cuarzo euhedral hialino. Esta falla limita la mineralización tanto hacia el Oeste así como la parte inferior y hay otras fallas que están hacia el Este del área como son: falla normal “Constanza” de dirección E – W con buzamiento 88° S y falla “Pomarani” de rumbo N255° E, de buzamiento 82° SE. Aparte de estas fallas, se presenta muchas otras paralelas a ellas, las más importantes son la falla “Bertha” (N250° E / 88° – 85° NW) y falla “Santos” (N 260° E / 85 SE) todas estas son inversas de alto ángulo. También se encuentran fallas tensionales (N – S / 40° - 85° E) que cortan a las anteriores, originando desplazamientos cortos, Además es notable el fallamiento en bloques, esto quiere decir que ha habido una reactivación después de la mineralización de Au de las anteriores fallas, para luego dar origen a un movimiento en bloques, esto se nota claramente porque algunos mantos mineralizados terminan en falla, algunas veces tienen saltos verticales de hasta 15 m.

Entre la falla “San Miguel y las otras mencionadas al Este hay un intenso fallamiento y fracturamiento con un promedio de 9 falla / 20m lineal, son fallas inversas de alto ángulo y tienen una dirección y buzamiento de N 320° - 340° E / 75-88° NE originando desplazamientos verticales de 0.03 a 0.10 m. Este fallamiento es causante del intenso fracturamiento perpendicular y cortante (tensional) al fallamiento NW – SE, las cuales fueron rellenados de feldespatos y cuarzo lechoso a hialino con evidencias de sulfuros.

2.4.4. GEOLOGIA ECONOMICA

Este yacimiento es aurífero y es uno de los más importantes de la Cordillera Oriental del sur del Perú. El yacimiento es de tipo estratiforme, stock work y disseminado en las rocas del Paleozoico Inferior.

Las características estructurales del sistema son vetas, mantos y disseminaciones debido a la acción de productos hidrotermales que ascendieron por medio de fracturas y microfracturas, llevando iones libres de oro y sulfuros. El oro se encuentra en los

sulfuros de hierro, como metal libre diseminado en las rocas y dentro de los mantos de cuarzo gris ahumado, además existe oro blanco denominado calaverita, por ser de fluidos de teluros.

Entre los sulfuros se tiene los minerales como la pirrotita, que se encuentra en forma diseminada, en lentes, motas y acompañando a los mantos de cuarzo gris. La pirita, es común en la zona, se presenta en forma cúbica, se encuentra en las vetas, mantos, nódulos de cuarzo lechoso. La arsenopirita se encuentra acompañando a los sulfuros de fierro, plata y cobre. La estibina asociada a minerales de antimonio, plomo y en diseminados o en estructuras de mantos lenticulares de cuarzo gris emplazados en rocas filitas. La calcopirita es la mena principal de cobre y se encuentra en pequeñas cantidades asociadas a la pirrotita, pirita, blenda, galena, esfalerita, etc. Es de origen hidrotermal. La galena en menor cantidad, asociada a los anteriores sulfuros. La blenda en pequeñas cantidades.

Los óxidos provienen de la oxidación de los sulfuros por reacciones químicas, en la zona su presencia es débil, entre los principales tenemos a la hematita, la limonita, la jarosita. En el sector de Pomarani la presencia de vetas, lentes, venillas y micro venillas de cuarzo lechoso - cuarzo gris - feldespatos, cerca de la falla es un buen indicativo, por otro lado los sulfuros diseminados a lo largo de la secuencia de pizarras y cuarcita, indica la continuidad de la mineralización en este sector.

En el Sector la mineralización está en gran medida controlada por las fallas y otras múltiples fallas de rumbo NW y SE. Debido a lo abrupto del terreno la explotación se realiza por subterráneo.

2.4.4.1. Mina Pomarani

La mineralización tiene forma tabular a manera de un manto, con rumbo N20°W y buzamiento 15°SW, ocurre a partir de la cota 4890 msnm hasta la 4920 msnm.

La mineralización del yacimiento aún no está bien reconocida, la principal característica de esta es que no es uniforme sino generalmente ocurre en pequeños lentes dentro del paquete de las dimensiones nombradas en los párrafos anteriores.

2.4.4.2. Mina Cruz de Oro

La mineralización de Au está controlada por Qz gris con muscovita y sulfuros (Py oquerosa -Po-Apy), en forma de Venillas, lentes y parches. Las Venillas son principalmente discontinuos. También presenta Py singenética el cual no tiene valores económicos.

La alteración, está controlado por estructuras de Sílice los cuales tienen intensidades variables de silicificación y sericitización (muscovita). También los procesos supergenos dan lugar a la presencia de óxidos, posible alteración del Po y Apy.

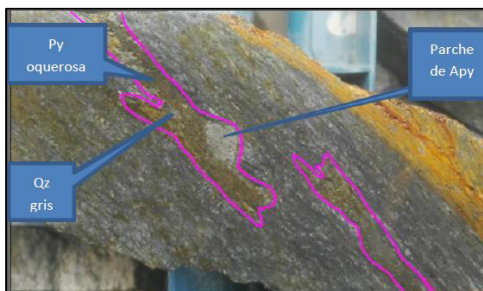
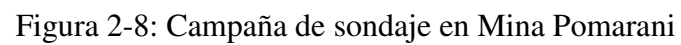
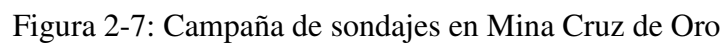


Figura 2-5: Vista de mineralización de oro

2.5. RECURSOS DE MINERAL

El modelamiento se basó en información geológica, topográfica y leyes de muestreo disponibles. El proceso consistió en el modelamiento de la envolvente mineralizada de los mantos en base a secciones geológicas interpretadas y en la interpretación de las secciones geológicas se realizó tomando en cuenta las consideraciones por ley mínima del elemento de Au y controles mineralógicos.

La información geológica esta almacenada en modelos de bloques de 2 x 2 x 2 m, con la siguiente leyenda:



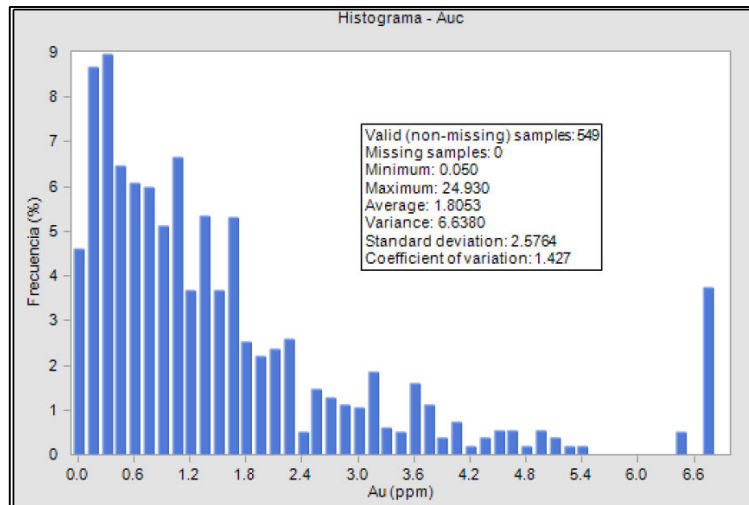


Figura 2-9: Histograma de compósito en Cruz de Oro

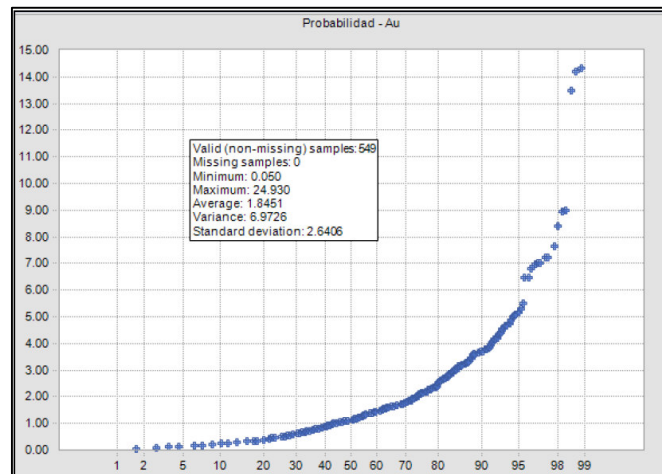


Figura 2-10: Aplicación de Geoestadística en la Mina Cruz de Oro

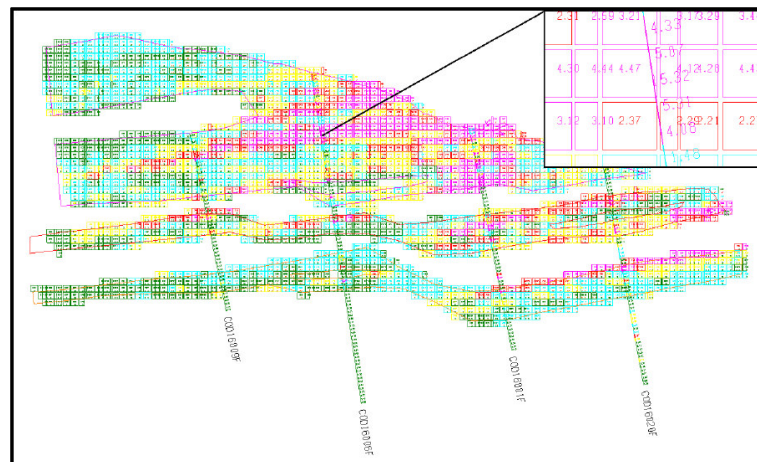


Figura 2-11: Modelo de Bloques en Mina Cruz de Oro

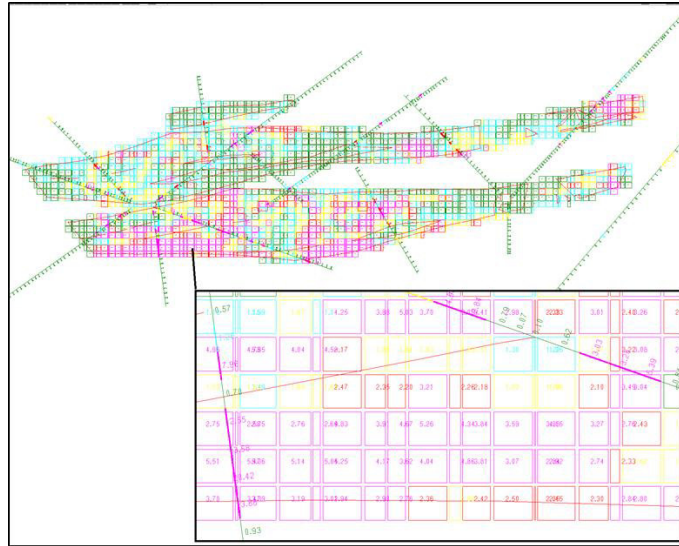


Figura 2-12: Modelo de Bloques en Mina Pomarani

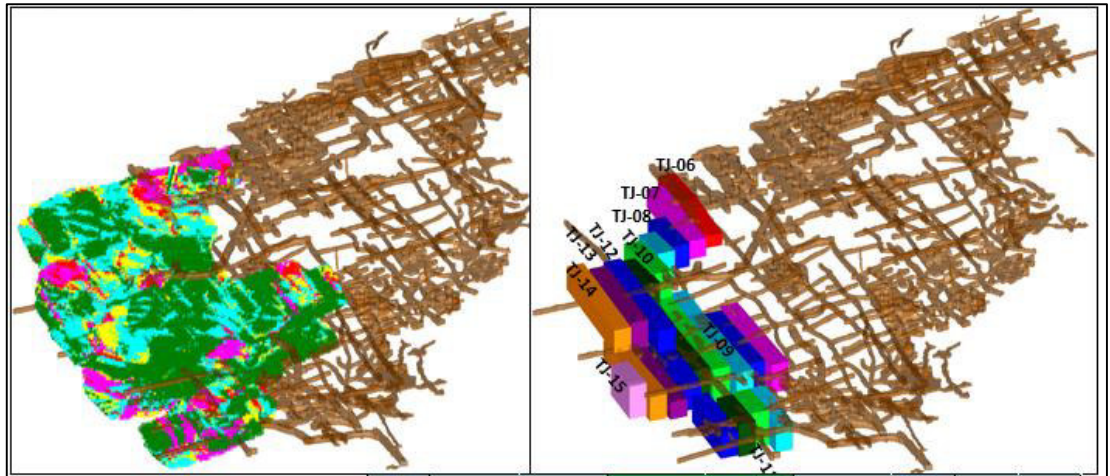


Figura 2-13: Diseño de minado por Taladros Largos en Mina Pomarani

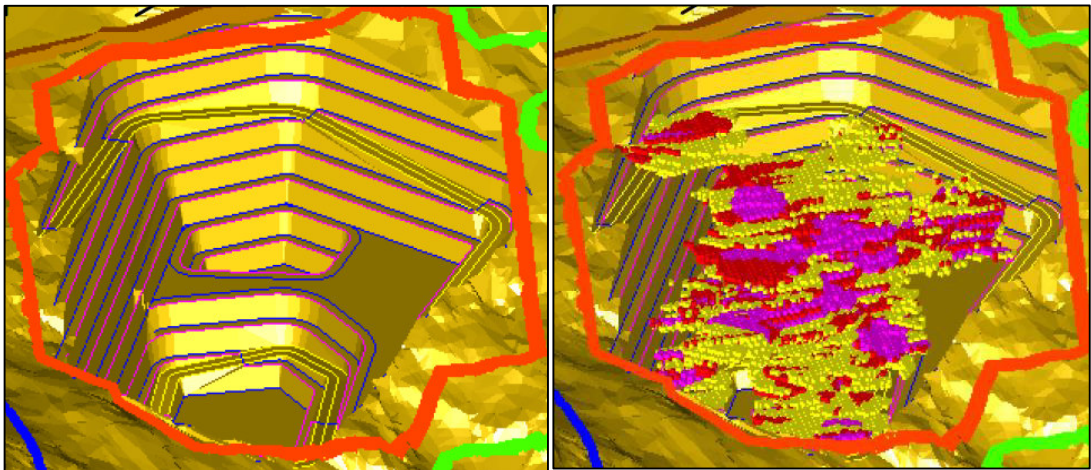


Figura 2-14: Diseño de Tajo Abierto en Mina Cruz de Oro

Tabla 2-2: Cuadro resumen de estimación de recursos minerales en Mina Cruz de Oro y Pomarani

Tabla N° 13. Estimación de Recursos Minerales. Cut Off > 1.5			
MANTOS CRUZ DE ORO (OPCION 3 – 1 ETAPA)			
Categoría	Tonelaje	Ley Au (g/t)	Finos Au (Oz)
Medido (M)	56,503.00	2.45	4,452.34
Indicado (I)	380,103.00	2.12	25,847.76
TOTAL (M+I)	436,606.00	2.16	30,300.10
Inferido (IF)	793,207.00	2.24	57,099.38
TOTAL (IF)	793,207.00	2.24	57,099.38
TOTAL (M+I+IF)	1,229,813.00	2.21	87,397.77

La evaluación de los recursos minerales, se tiene la curva ley-tonelaje fue generada para el compósito de los recursos minerales. Se basó en la ley de Au cut-off como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 2-3: Cuadro de Tonelaje vs Ley media para diferentes Cut Off

Categoría	Au Cut-off %	Tonnes TM	Au g/t
Medido + Indicado + Inferido	0.0	2,950,730.00	1.49
	0.5	2,750,759.00	1.58
	1.0	2,154,662.00	1.80
	1.5	1,229,812.00	2.21
	2.0	626,648.00	2.68
	2.5	324,274.00	3.11
	3.0	156,989.00	3.52
	3.5	62,457.00	3.97
	4.0	24,221.00	4.30
	4.5	2,536.00	5.04

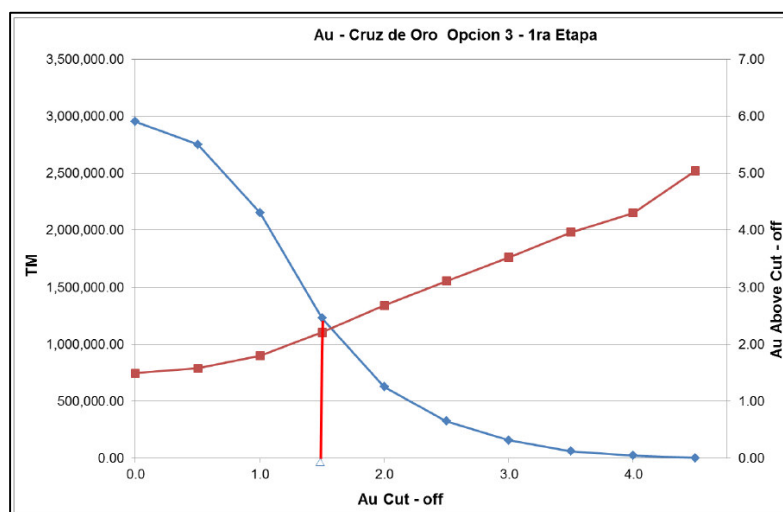


Figura 2-15: Tonelaje vs ley media para diferentes cut off

2.6. GEOMECANICA-GEOTECNIA

2.6.1. ESTUDIO Y RECOMEDACIONES GEOMECANICAS MINADO SUBTERRANEO

Luego de la revisión, análisis y evaluación de las opciones de minado, por las condiciones geomecánicas del yacimiento Pomarani y Cruz de Oro, se ha decidido aplicar los siguientes métodos de minado:

- Cámaras y Pilares
- Subniveles con taladros largos y pilares corridos e individuales

La validación de ambos métodos de minado por Cámaras y Pilares y por Taladros Largos, lo realizo la Consultora DCR Ingenieros S.R Ltda, en los siguientes informes:

- Informe evaluación Geomecánica para la ampliación de cámaras en el método de minado R&P (Abril 2016)
- Informe Evaluación Geomecánica para el minado Masivo mediante subniveles con taladros largos y pilares corridos (Diciembre 2016)

Tabla 2-4: Resumen de Factor de Seguridad para Cámaras y Pilares (Abril 16)

Dimensionamiento de cámaras y pilares (PILARES CUADRADOS)											
Ancho pilar	Ancho cámara	Altura pilar	Profundid. a superf.	Peso específico	Esfuerzo en pilar cuadr.	Calidad mrocosa	Resist. de roca Intact.	Relación	Resistencia del Pilar	FOS	Porcent. Recuper.
Wp (m)	Wo (m)	H (m)	Zv	ρ (MN/m ³)	σ_p (Mpa)	RMR	σ_c (Mpa)	σ_p/ucs	S	S/ σ	R
4.0	8.0	3	160	0.027	38.88	III-A	120	0.32	59.62	1.53	89
4.5	8.0	4	160	0.027	33.33	III-A	120	0.28	54.18	1.63	87
4.5	8.0	5	160	0.027	33.33	III-A	120	0.28	47.78	1.43	87
4.5	9.0	3	160	0.027	38.88	III-A	120	0.32	63.60	1.64	89
5.0	9.0	4	160	0.027	33.87	III-A	120	0.28	57.51	1.70	87
5.0	9.0	5	160	0.027	33.87	III-A	120	0.28	50.68	1.50	87
5.0	10.0	3	160	0.027	38.88	III-A	120	0.32	67.24	1.73	89
5.0	10.0	4	160	0.027	38.88	III-A	120	0.32	57.51	1.48	89
5.5	10.0	5	160	0.027	34.31	III-A	120	0.29	53.49	1.56	87

Tabla 2-5: Resumen de Factores de seguridad para Taladros Largos con pilares corridos (Diciembre 2016)

Dimensionamiento de cámaras y pilares (PILARES CORRIDOS)									
Ancho pilar	Ancho cámara	Altura pilar	Profundid. a superf.	Peso específico	Esfuerzo en pilar corrido	Resist. de roca intact.	Resistencia del Pilar	FOS	Porcent. Recuper.
Wp (m)	Wo (m)	H (m)	Zv	ρ (MN/m ³)	σ_p (Mpa)	σ_c (Mpa)	S	S/ σ	R
Pomaraní									
4.0	10.0	14.0	150	0.028	14.70	100	29.92	2.04	71
4.0	10.0	14.0	170	0.028	16.66	100	29.92	1.80	71
4.0	10.0	14.0	210	0.028	20.58	100	29.92	1.45	71
5.0	10.0	14.0	150	0.024	10.80	100	29.99	2.78	67
5.0	10.0	14.0	170	0.024	12.24	100	29.99	2.45	67
5.0	10.0	14.0	210	0.024	15.12	100	29.99	1.98	67
6.0	10.0	14.0	150	0.024	9.60	100	30.34	3.16	63
6.0	10.0	14.0	170	0.024	10.88	100	30.34	2.79	63
6.0	10.0	14.0	210	0.024	13.44	100	30.34	2.26	63

El Área de geomecánica, presenta la validación de la variante del método con utilización de pilares individuales.

➤ Informe Estudio de Estabilidad de Taladros Largos y Pilares (Marzo 2017)

Las características geométricas para el método de explotación de taladros largos y pilares; para Tajeos de 9 metros de ancho en sección transversal y pilares de 18 metros de altura con 5 m de ancho y 9 m de longitud, las condiciones de estabilidad son aceptables, sin embargo, dado que se manejan FoS de 1.2 y 1.1 en la estabilidad de los pilares, el método deberá ser acompañado con relleno para el confinamiento y la integridad de cada pilar.

Para condiciones atípicas donde el pilar se vea interceptado por una falla o discontinuada persistente de forma oblicua, se considerará el uso de cable bolting. La corona del subnivel d perforación, deberá estar sostenido con malla electrosoldada y split sets de 7 pies de forma integral, desde la altura de la gradiente para protección contra cualquier desprendimiento no deseado durante la perforación, limpieza y relleno del tajeo.

2.6.1.1. MODELAMIENTO GEOMECANICO

La estabilidad de las excavaciones en roca está siempre controlada por las discontinuidades naturales, las cuales constituyen las zonas más débiles de fallamiento, contribuyendo a la inestabilidad de la masa rocosa.

Los registros en las estaciones geomecánicas se tomaron en los afloramientos rocosos más representativos y de las principales familias de juntas se tomaron; el buzamiento, la dirección del buzamiento, así como también las características de las discontinuidades como: tipo, abertura, terminación, relleno, rugosidad, ondulación, longitud de la traza y presencia de agua.

En la siguiente simulación se presenta la distribución de tensiones en el pilar intermedio en el minado por taladros largos con pilares individuales.

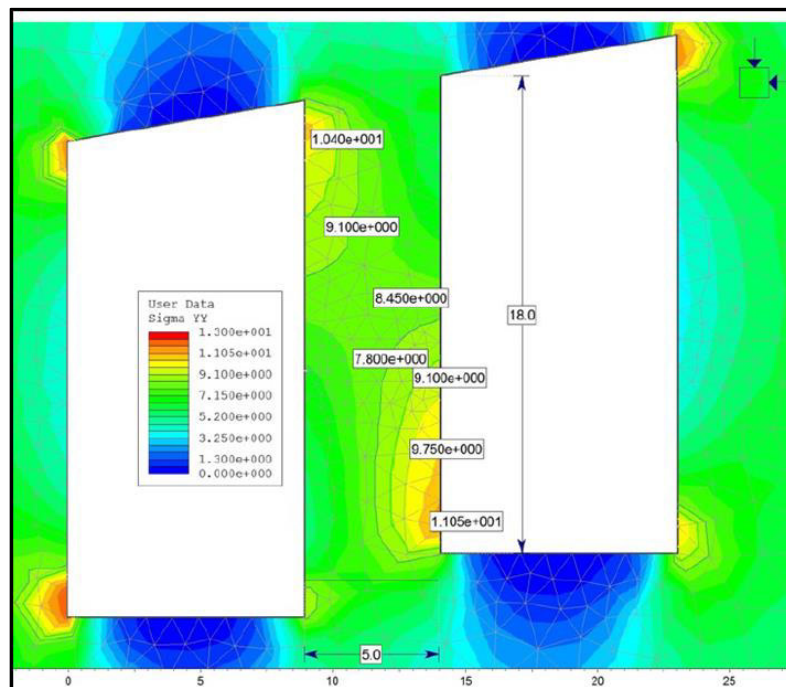


Figura 2-16: Distribución de esfuerzos en el minado por Taladros Largos con pilares unitarios

La Metodología del Diseño para el Minado por Taladros Largos con pilares individuales es la siguiente:

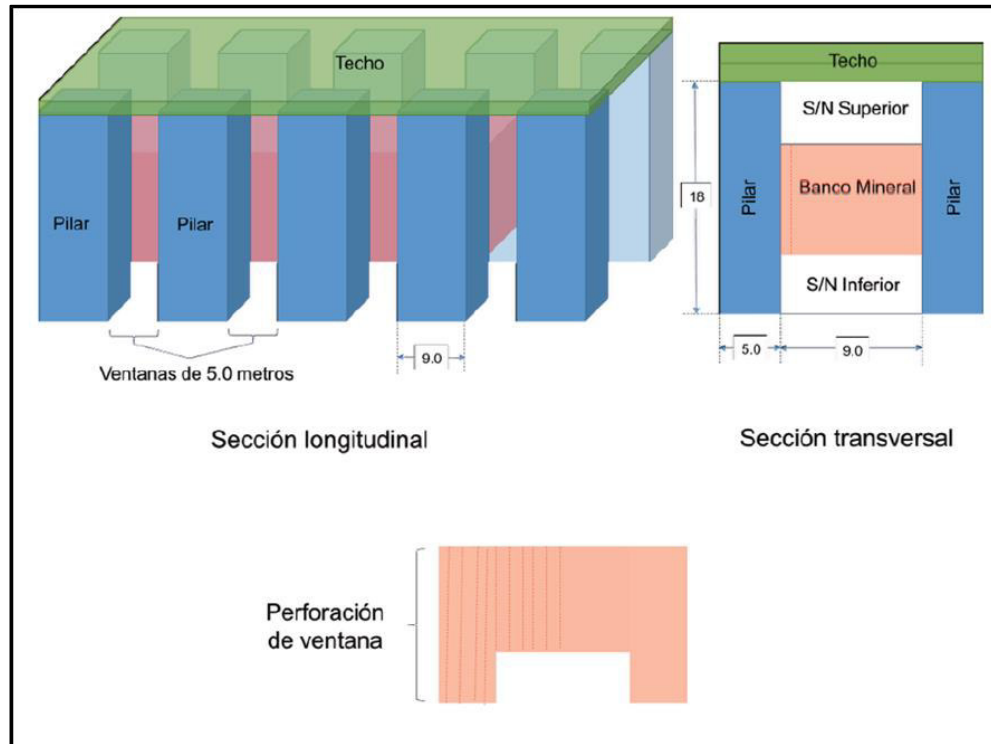


Figura 2-17: Diseño de minado por taladros largos con pilares unitarios.

2.6.2. ESTUDIO Y RECOMENDACIONES GEOTECNICAS PARA EL MINADO SUPERFICIAL

A continuación se presenta las conclusiones y recomendaciones del Estudio geotécnico del Tajo Abierto Cruz de Oro:

Se aborda la determinación de las condiciones de estabilidad que presenta proyecto de minado superficial “Opción 3 Primera Etapa”. Desarrollando una metodología de análisis de probabilidad por tipo de mecanismo de colapso y equilibrio de fuerzas. Posteriormente comprobando el grado de estabilidad introduciendo las características mecánicas del medio en modelos numéricos y semi-analíticos.

Las características mecánicas conjuntamente con su distribución espacial fueron determinadas en campo mediante varias visitas para la determinación y definición de los parámetros más importantes que controlan la estabilidad de la excavación.

En cada corrida de estabilidad, se determina la influencia del ángulo y la altura del talud, final e interbanco. En la aplicación del talud interbanco se estudia la posibilidad de la aplicación de doble banqueo. El mecanismo predominante en la configuración del tajo viene a ser el de Cuña.

A continuación se presenta la zonificación geotécnica del tajo abierto Cruz de Oro.

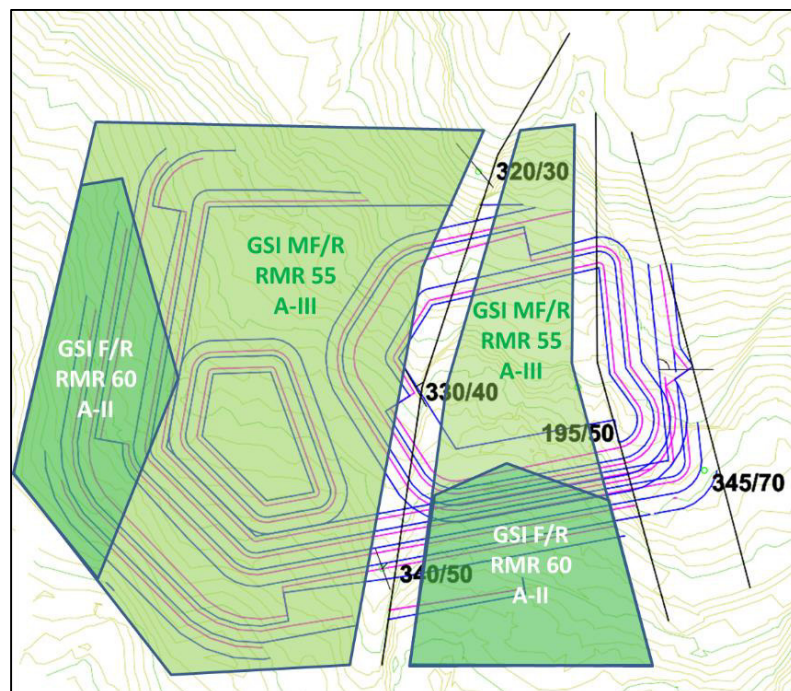


Figura 2-18: Zonificación geotécnica en Tajo Abierto Cruz de Oro

El análisis de estabilidad fue realizado verificando la probabilidad de falla por tipo de mecanismo. Esto, haciendo uso del análisis cinemático.

Teniendo en cuenta los diferentes taludes presentes en el diseño del Tajo abierto, de Cruz de Oro opción 3 Primera etapa, se hace el análisis cinemático para cada familia de discontinuidades.

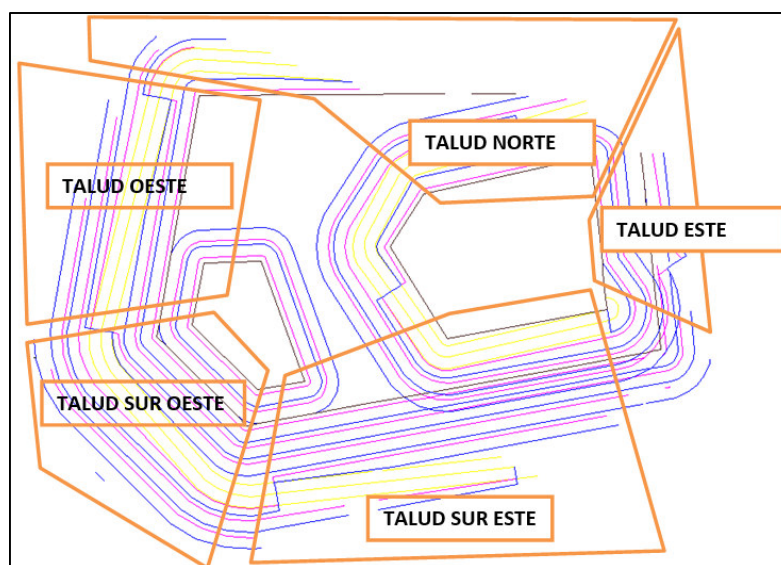


Figura 2-19: Nomenclatura de taludes Tajo Abierto Cruz de Oro

Tabla 2-6: Factor de seguridad en Tajo Abierto Cruz de Oro

TALUD	ORIENTACIÓN ÁNGULO DE TALUD	DISCONTINUIDADES DIRECCIÓN/BUZAMIENTO		TIPO DE MECANISMO	FACTOR DE SEGURIDAD BANCOS	RECOMEND
TALUD NORTE	78°/80°	10°/53°	341°/64°	CUÑA	7.86	
TALUD ESTE	174°/80°	244°/17°	309°/70°	CUÑA	7.19	
		244°/17°	274°/67°	CUÑA	4.7	
TALUD SUR ESTE	260°/80°	274°/67°	10°/53	CUÑA	3.44	
		309°/70°	274°/67°	CUÑA	3.73	
		274°/67°	341°/64°	CUÑA	4.57	
		244°/17°	309°/70°	CUÑA	7.91	
		244°/17°	10°/53°	CUÑA	16.84	
		244°/17°	341°/64°	CUÑA	10.59	
TALUD SUR OESTE	315°/80°	274°/67°	10°/53°	CUÑA	2.00	
		274°/67°	341°/64°	CUÑA	2.24	
		309°/70°	10°/53°	CUÑA	1.47	
		309°/70°	341°/64°	CUÑA	1.65	
TALUD OESTE	10°/80°	10°/53°	--	PLANAR	1.37	

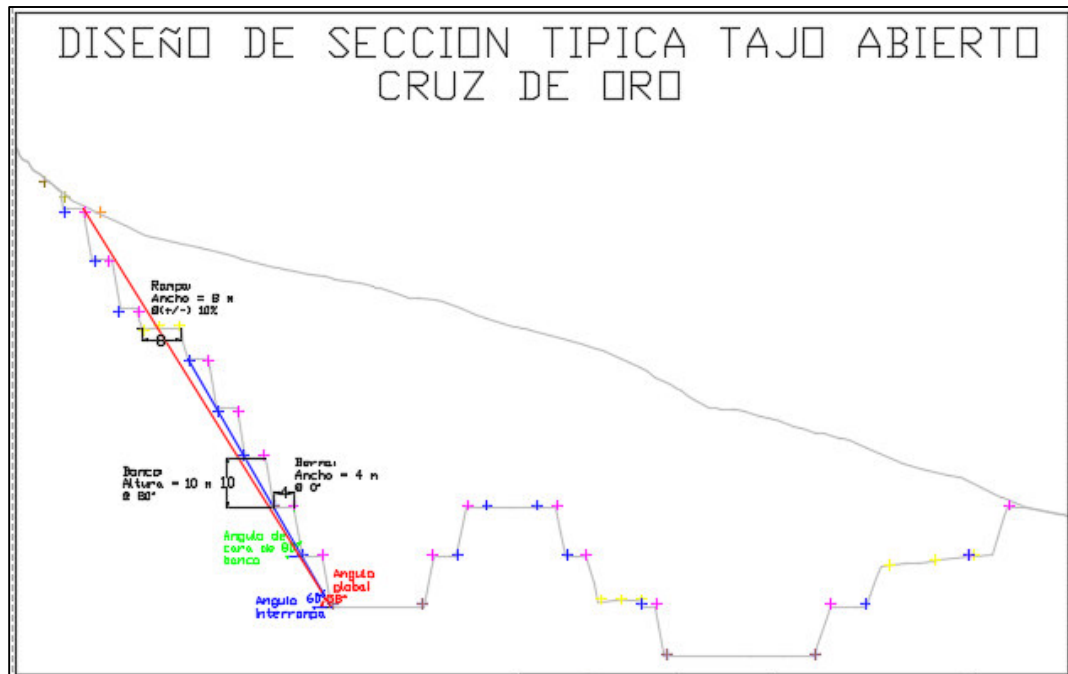


Figura 2-20: Diseño de sección típica Tajo Abierto Cruz de Oro

A continuación se presenta 3 secciones con su respectiva evaluación geomecánica.

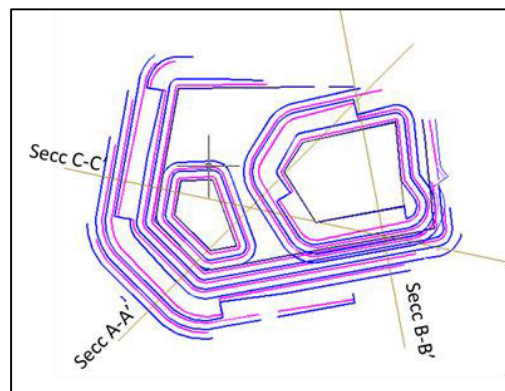


Figura 2-21: Ubicación de secciones geotécnicas Tajo Abierto Cruz de Oro

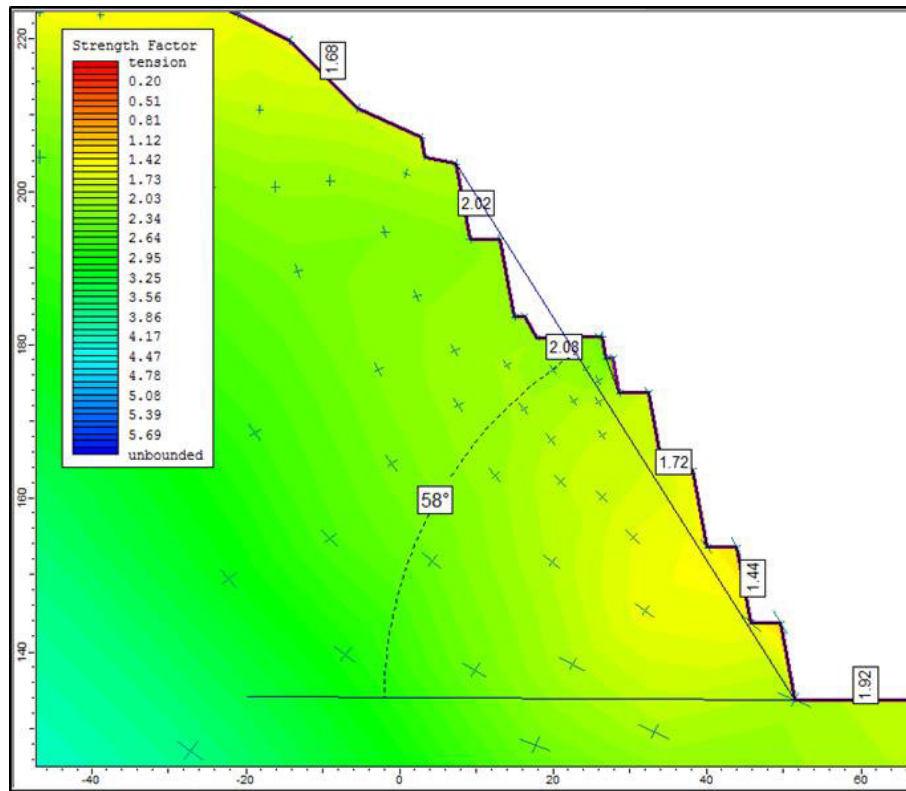


Figura 2-22: Sección geotécnica AA'

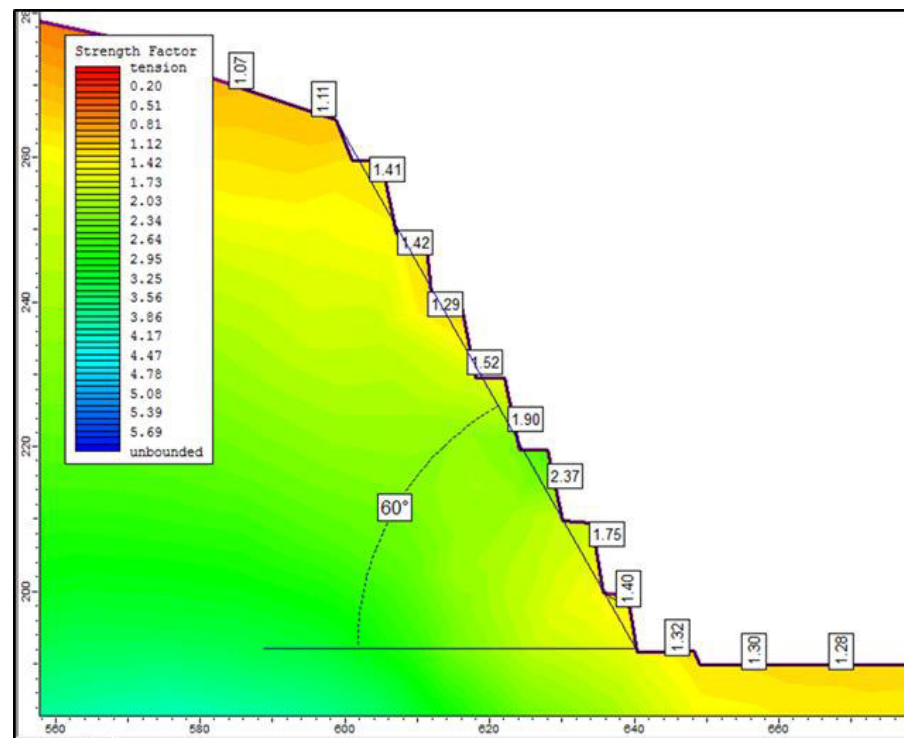


Figura 2-23: Sección geotécnica BB'

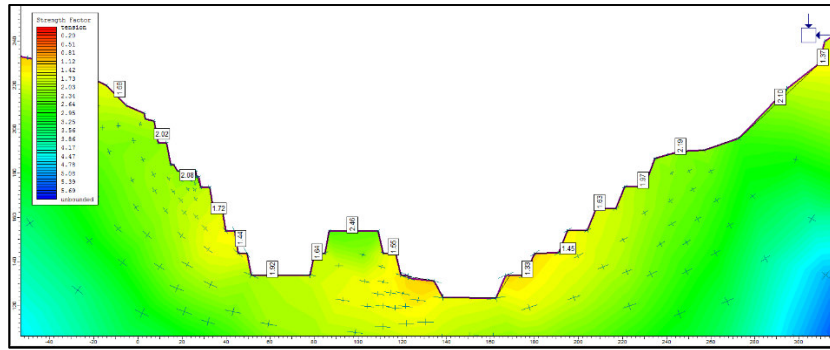


Figura 2-24: Sección geotécnica CC'

Las consideraciones de dimensionamiento se evaluaron a través del análisis de equilibrio límite por tipo de mecanismo de colapso y análisis numérico.

- Evaluando los modos de falla gobernados por las discontinuidades presentes en el sitio, se tiene el modo de falla por cuña y planar.
- El modo de falla por cuña es evaluado a través de las consideraciones mecánicas de las discontinuidades entregándonos factores de seguridad aceptables.
- Para el análisis de concentración de tensiones que lleven a la roca a la fractura se emplea el método de los elementos finitos. Este análisis muestra un factor de resistencia por encima del necesario en operaciones 1.6 en promedio.
- Del mismo modo los ángulos de talud final de 58° y 60° conformados en las secciones A-A' y B-B' presentan condiciones de explotación aceptables en cuanto al factor de seguridad por concentración de tensiones.
- Durante la etapa de operación es necesario implementar hitos de control para el monitoreo de posibles desplazamientos. Esta medida de control, sumada a la supervisión constante y ajuste del modelo nos garantizarán parámetros de estabilidad seguros y sostenible.

3. MARCO DE REFERENCIA TEORICO-CONCEPTUAL

En la presente investigación existen 3 pilares de conocimientos: El Proceso de mejora continua, La Gestión del Planeamiento Operativo Minero y el Beneficio Económico, los cuales se interrelacionan y se grafican en un modelo matemático de función potencial conocido como curva de aprendizaje.

3.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACION

Antes del inicio de la investigación (mayo 2016), la Unidad Minera Untuca de CPSAC, atravesaba una situación difícil en cuanto a producción de mineral por voladura de rocas, proyectándose el cierre parcial y/o total de la Planta Concentradora al no tener mineral para tratar.

Es así que se decide aplicar Procesos de mejora continua en la Gestión del Planeamiento Operativo Minero, con el objetivo de producir mineral por voladura de rocas de la mina subterránea y superficial, a costos viables económicamente.

Se realizó la evaluación de los costos ejecutados, identificándose 11 actividades críticas del Diagrama de Pareto, proponiéndose en total aplicar 31 procesos de mejora continua de forma medida, progresiva y presupuestada.

Se investigó en como el Proceso de mejora continua influye en el Beneficio Económico (costo), determinándose que el primero se puede representar gráficamente por un modelo matemático de función potencial denominada “Curva de Aprendizaje”, con el cual se puede estimar el costo generado para cualquier parámetro de productividad aplicado al proceso de mejora continua.

3.2. ADOPCION DE LA TEORIA PROPUESTA

La presente investigación adopta la base teórica científica que el Proceso de mejora continua se representa gráficamente por un modelo matemático de función del tipo potencial, denominado “Curva de Aprendizaje”.

El modelo matemático sirve para estimar el costo a obtener para cualquier parámetro de productividad del Proceso de mejora continua aplicada. Este costo estimado es comparado con el costo ejecutado, midiéndose así el grado de confiabilidad del modelo matemático y su influencia en el Beneficio Económico (costo) mediante el ahorro o gasto producido. Esta curva se aplica en programación de producción, estimación de costos y presupuestos.

Su aplicación data desde que se aplicó el proceso de mejora continua o kaizen. La primera definición para el uso de la curva de aprendizaje en la gestión empresarial fue hecha por Theodore Paul Wright en 1936.

En la Economía se utiliza la curva de aprendizaje para explicar aumentos de productividad o mejoras en la Calidad, tras cambios en el proceso de producción (nuevos operarios, máquinas o métodos).

La curva de aprendizaje, es una representación gráfica del fenómeno explicado por Theodore Paul Wright en su “Factors Affecting the Cost of Airplanes” (Factores que afectan el coste de los aviones), de 1936. Se refiere al efecto que el aprendizaje tenía en la productividad del trabajo en la industria aeronáutica, que se traduce en una relación entre la causa (número acumulado de unidades producidas) y la consecuencia (el tiempo medio o coste de mano de obra), lo que resulta en una pendiente decreciente y convexa, como se ve en el diagrama.

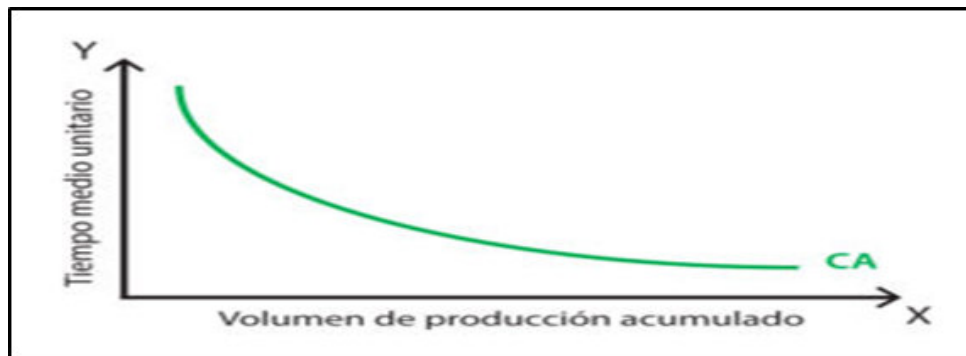


Figura 3-1: Grafico típico de curva de aprendizaje Producción vs Tiempo

Su estimación y conocimiento es muy útil para la planificación de la cantidad de trabajo necesario, programar la producción, prever plazos de entrega, estimación de costos y presupuestos, etc. La curva de aprendizaje es una herramienta de previsión para la Planificación. Bien aplicada nos permite: Mayor participación en el mercado, disminución de costos y procesos de mejora continua

Hay una explicación sencilla de todo esto: mientras más unidades sean producidas por un mismo trabajador, menos tiempo tardará este mismo trabajador para producir las siguientes unidades, porque aprende a hacerlo más rápido y mejor. Por lo tanto, cuando una empresa tiene mayor volumen acumulado de producción, su tiempo o costo de mano de obra por unidad será menor. El modelo matemático de la curva de aprendizaje de Wright se define por una función potencial.

A pesar de que el concepto de la curva de aprendizaje se suele mezclar en la literatura económica y empresarial con la curva de experiencia, hay algunas diferencias entre ambos conceptos. Estas diferencias se resumen en la siguiente tabla:

Tabla 3-1: Comparativo entre Curva de aprendizaje y Curva de experiencia

	Curva de aprendizaje	Curva de experiencia
Concepto:	microeconomía	macroeconomía
Origen:	Theodore P. Wright, 1936	Bruce D. Henderson, a mediados de los años sesenta
Variable considerada:	tiempo medio (coste de mano de obra) unitario	costes directos: producción, trabajo, distribución, etc. (incluyendo efectos de la curva de aprendizaje)
Medidas:	productividad del trabajo	eficiencia total

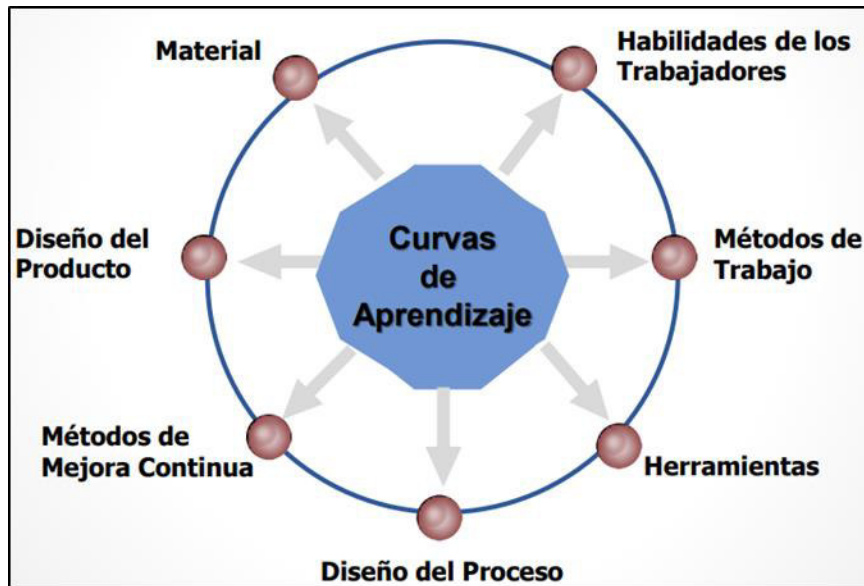


Figura 3-2: Factores que afecta la curva de aprendizaje

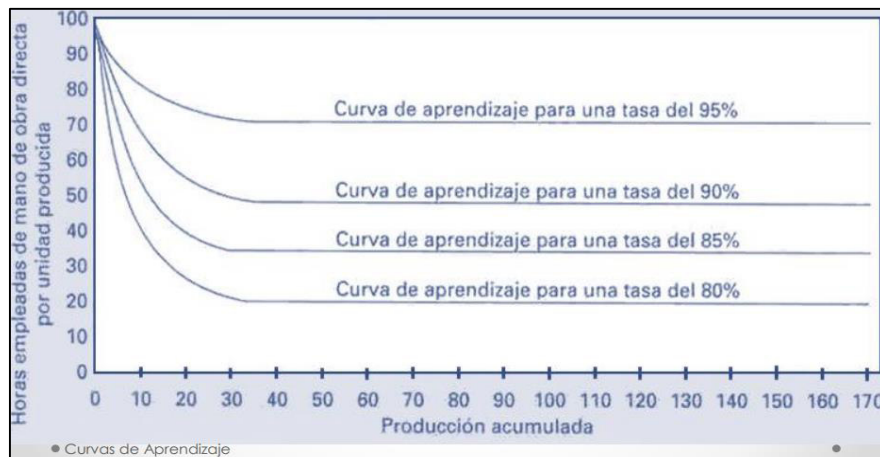


Figura 3-3: Tasas o periodos de aprendizaje de la curva de aprendizaje

3.3. BASES TEORICO CIENTIFICAS

La Base teórica científica es la función matemática del tipo potencial:

La función matemática del tipo potencial presenta las siguientes características:

$$f(X) = a x (X)^n$$

Está definida para los números reales: $R \longrightarrow R$

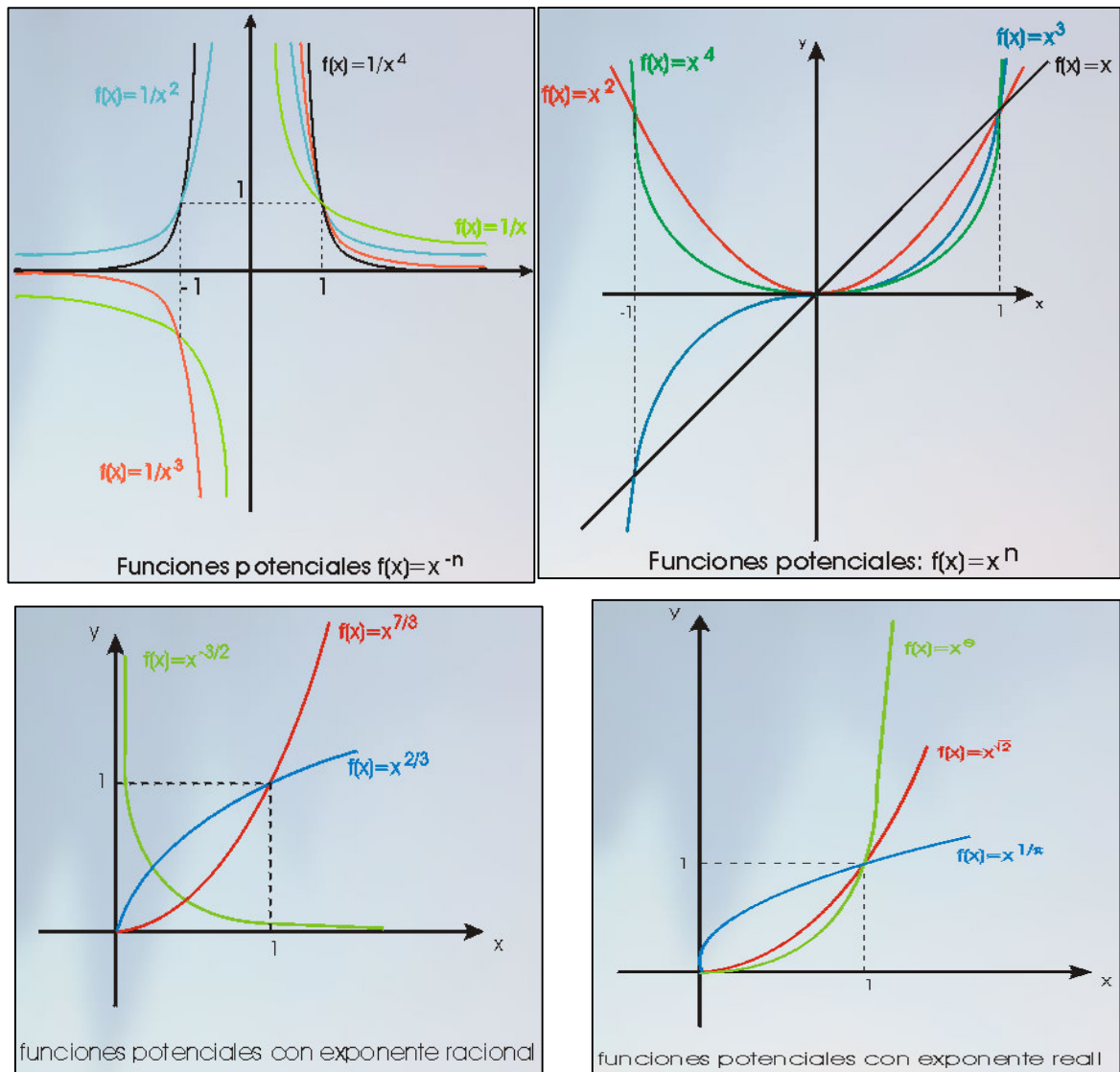


Figura 3-4: Graficas de Función matemática del tipo Potencial

3.4. DESCRIPCION DEL MARCO TEORICO

3.4.1. IMPORTANCIA DE LA MINERIA EN EL PERU Y EL MUNDO

El Perú históricamente ha sido considerado como un país minero por excelencia, tanto por las reservas minerales que tenemos, por la producción anual reportada y por la tecnología aplicada en el minado de estos recursos no renovables. El mundo siempre ha necesitado y necesitara los minerales.

3.4.2. MINERIA MODERNA

La Minería moderna es aplicada en la Gran, Mediana, Pequeña y Minería artesanal, consideradas como minería formal. Dependiendo de la tecnología aplicada, la minería moderna es responsable con todos los involucrados de los 3 ejes principales de la Minería: El cuidado del Medio Ambiente, la responsabilidad social y el minado seguro y productivo de los recursos naturales de mineral.

3.4.3. INGENIERIA DE MINAS

La Ingeniería es un binomio arte y ciencia, donde se aplica con criterio lógico las ciencias exactas al conocimiento científico. La Ingeniería de minas es la aplicación de la ingeniería a la explotación racional y sistemática de los recursos minerales.

3.4.4. NIVELES DE PLANEAMIENTO

El Planeamiento se divide en 3 niveles:

3.4.4.1. PLANEAMIENTO ESTRATÉGICO

Corresponde a la Alta Dirección y está definido por la Visión, Misión, Análisis FODA y objetivos estratégicos de la Empresa. Precisa lo que se quiere ser y hacer en el Largo Plazo.

3.4.4.2. PLANEAMIENTO TÁCTICO

Corresponde a las Gerencias y/o Superintendencias y está definido por la formulación de estrategias y tácticas, resultados e indicadores de impacto. Las estrategias y tácticas nos permitirán lograr los objetivos estratégicos direccionados. Relacionando al mediano plazo y en algunas empresas es compartido u obviado con el planeamiento operativo.

3.4.4.3. PLANEAMIENTO OPERATIVO

Corresponde a las Jefaturas y/o Superintendencias y define las actividades, tareas, responsables, costos, metas y cronograma en el corto plazo para así lograr los objetivos previstos.

3.4.5. GESTION DEL PLANEAMIENTO OPERATIVO MINERO

El Área de Planeamiento e Ingeniería es la responsable de Gestionar el planeamiento de la operación mina, con el objetivo de hacer viable el minado técnico económicamente y racional y seguro, cumpliendo las metas de producción guardia a guardia en la Mina, presupuestadas a corto plazo.

En la presente investigación, la Gestión del planeamiento operativo minero, es la encargada de generar, conciliar y controlar los procesos de mejora continua de las actividades críticas, analizando el diagnostico situacional, generando la gráfica del proceso de mejora continua denominada curva de aprendizaje de estimación de costo, controlando los costos y estimando costos proyectados de cada proceso de mejora continua, y evidenciar la influencia en el beneficio económico del proceso de mejora continua mediante la variación del costo ejecutado y estimado por la curva de aprendizaje de estimación de costo.

3.4.6. GESTION POR PROCESOS

Actualmente las Herramientas de Gestión nos ayudan a gestionar, organizar, dirigir, planificar, controlar cada una de las áreas y su relación con las diferentes áreas y sus *stakeholders*. Estas herramientas pueden dividirse en:

- ❖ Herramientas para el registro de datos
- ❖ Herramientas para el control y mejora de los procesos
- ❖ Herramientas para la consolidación de datos y toma de decisiones

El mundo empresarial moderno exige que las organizaciones, independiente de su tamaño, esfera de actuación y tipo de propiedad desarrollen su actividad de manera eficiente y eficaz; como condiciones, no suficientes, pero sí necesarias para lograr mantenerse en el negocio en que participan las mismas. Sin embargo, para alcanzar esto en la actualidad se requiere, como nuevo paradigma, que las entidades sean gestionadas siguiendo el enfoque de proceso o más comúnmente conocido como gestión por proceso. La implantación de la gestión por procesos en las organizaciones se ha convertido en una necesidad para las entidades que buscan la constante satisfacción de sus clientes, a la vez que persiguen un proceso de mejora continua en sus procesos.

Los pasos de la metodología diseñada y aplicada de la gestión por procesos son:

- ❖ Identificación de los procesos claves de la organización.
- ❖ Elaboración del Mapa de Proceso de la entidad.
- ❖ Confección de las gráficas de proceso.
- ❖ Análisis de los procesos.
- ❖ Propuestas de mejora.
- ❖ Elaboración de las gráficas de control.
- ❖ Propuesta de indicadores para medir el desempeño del proceso mejorado.

El análisis y mejora de los procesos requiere del involucramiento y la activa participación de los que laboran o participan en el desarrollo del mismo, pues son ellos precisamente los que conocen donde pueden estar las mejoras de los procesos.

3.4.7. PROCESO DE MEJORA CONTINUA

El proceso de mejora continua es un concepto del siglo XX que pretende mejorar los productos, servicios y procesos. Postula que es una actitud general que debe ser la base para asegurar la estabilización del proceso y la posibilidad de mejora. Cuando hay crecimiento y desarrollo en una organización, es necesaria la identificación de

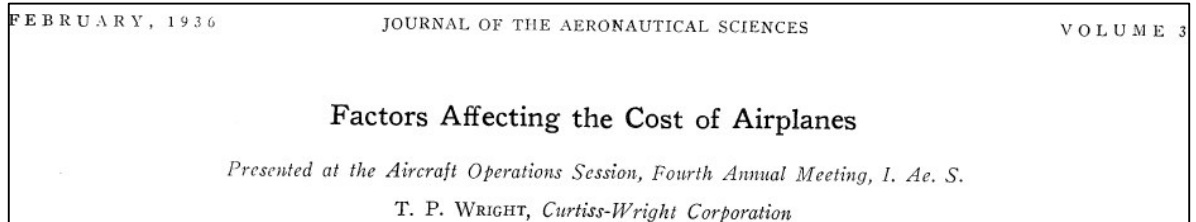
los procesos y el análisis mensurable de cada paso llevado a cabo. Algunas de las herramientas utilizadas incluyen las acciones correctivas, preventivas y el análisis de la satisfacción en los miembros o clientes. Se trata de la forma más efectiva de mejora de la calidad y la eficiencia en las organizaciones. En el caso de empresas, los sistemas de gestión de calidad, normas ISO y sistemas de evaluación ambiental, se utilizan para conseguir la calidad total.

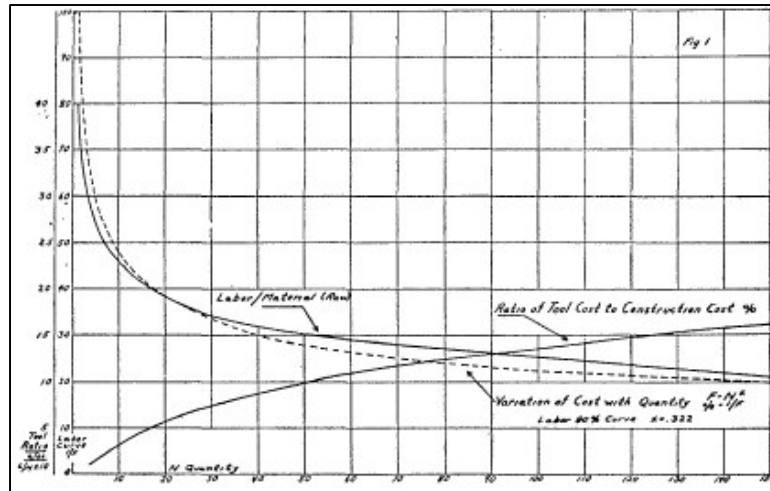
El Planificar es ¿Qué hacer? ¿Cómo hacerlo?. El Hacer es hacer lo planificado. El Verificar es analizar si ¿las cosas pasaron según se planificaron?. El Actuar es ¿Cómo mejorar la próxima vez?

3.4.8. MODELO MATEMATICO DE THEODORE PAUL WRIGHT

El modelo económico de P. Wright es una función matemática del tipo potencial con exponente racional negativo.

La causa es el eje “x” el cual es el proceso de mejora continua (cantidad) y la consecuencia es el eje “y” el cual es la influencia (precio o costo).





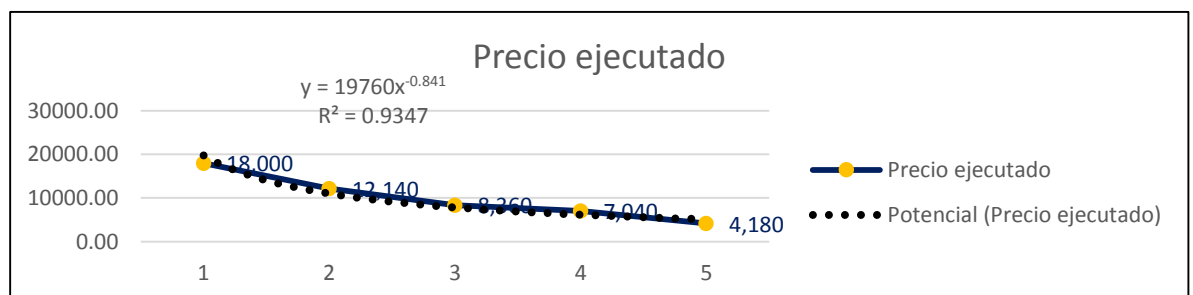
<i>Unit Airplane Prices</i>								
Quantity	25	100	500	1,000	10,000	100,000	250,000	1,000,000
Factor (%)43	.29	.20	.168	.10	.07	.061	.05
Price (\$)	18,000	12,140	8360	7040	4180	2930	2550	2090

Figura 3-5: Curva de aprendizaje de la Teoría de P. Wright de 1936

Los valores de la consecuencia (precio o costo) hasta el periodo anterior ($i=X-1$), nos dan una curva de función matemática del tipo potencial denominada curva de aprendizaje (línea punteada), para así estimar la consecuencia (precio o costo) en el siguiente periodo ($i=X$).

La confiabilidad del modelo matemático es la comparación entre la consecuencia (precio o costo) estimada y ejecutada en el mismo periodo ($i=X$).

Etiquetas de fila	Variable principal	Variable de mejora continua	Mejor Si	Precio
Vida diaria Teoría de P. Wright				
Mayor cantidad de aviones (Nº aviones)	Precio	Nº aviones	sube	baja



Etiquetas de fila	Semestre	Periodo	Formula Curva Aprendizaje	Factor m
Vida diaria Teoria de P. Wright	Resultado Diag Sit	x	h=19760; s=-0.841	m=(ln(x)*(s))+ln(h)
	Resultado MJCT			
Mayor cantidad de aviones (Nº aviones)	Periodo 3	3	$y=19760(x)^{-0.841}$	8.54
	Periodo 4	4		
	Periodo 5	5		

De la fórmula de la curva de aprendizaje, se tiene:

$$y = h x(X)^s$$

$$s = \frac{\log b}{\log 2}$$

$$m = [\ln(X) \times (s)] + \ln(h)$$

Donde:

y = Consecuencia

h = Consecuencia inicial en el periodo 1

X = Causa

s = Exponente que representa la pendiente

b = Tasa o periodo de aprendizaje

$\log 2 = 0.30103$

R^2 = Coeficiente de determinación

m = Factor m

Tabla 3-2 : Especificaciones del Modelo Matemático de la curva de aprendizaje

ESPECIFICACIÓN		
Definición:	Relación entre el costo (precio) ejecutado y el número de periodos (producción)	
Supuestos	El costo (precio) es menor a medida que se realizan más unidades o ciclos o periodos (producción)	
	La tasa de disminución del costo (precio) es cada vez menor	
	Siguiendo una función Potencial previsible	
Cálculo	mediante función	$y=h(X)^s$
	porcentaje o tasa de aprendizaje	$b=2^s$
Donde	y =costo (precio) ejecutado por unidad o periodo (producción)	
	h =Costo (precio) ejecutado en el periodo (producción) 1	
	X =número de ciclos o periodos o unidades (producción)	
	s =exponente que representa la pendiente	

La Hoja de cálculo de excel también nos proporciona el coeficiente de determinación R^2 , que nos indica el porcentaje de probabilidad de la cantidad de veces que la curva de aprendizaje se repetirá en la realidad.

En 1936, Theodore Paul Wright describió la curva de aprendizaje en la industria aeronáutica. La consecuencia fue el precio unitario que se representa frente a la causa que fue la producción total. Para la presente investigación, la consecuencia es el costo estimado y la causa es el periodo. Según modelo matemático, a continuación se presenta el cálculo de hallar “h”, “s”, “ R^2 ” y “b”, por Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO), de la aplicación de Theodore Paul Wright.

Tabla 3-3: Estimación de “h”, “s”, “ R^2 ” y “b”, por Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO) de la aplicación de Theodore Paul Wright de 1936.

ESTIMACIÓN A TRAVÉS DE FUNCIÓN: $\text{LOG}(y)=\text{LOG}(h)+s\text{LOG}(X)$		
	s	log(h)
coeficientes:	-0.841	4.296
error estándar coef.:	0.128	0.062
R^2 - error estándar de log(y):	0.935	0.071
F - grados libertad:	42.963	3.000
Resultados	$h = 10^{\text{log}(h)}$	19759.607
	s	-0.841
	$b = 2^s$	55.83%

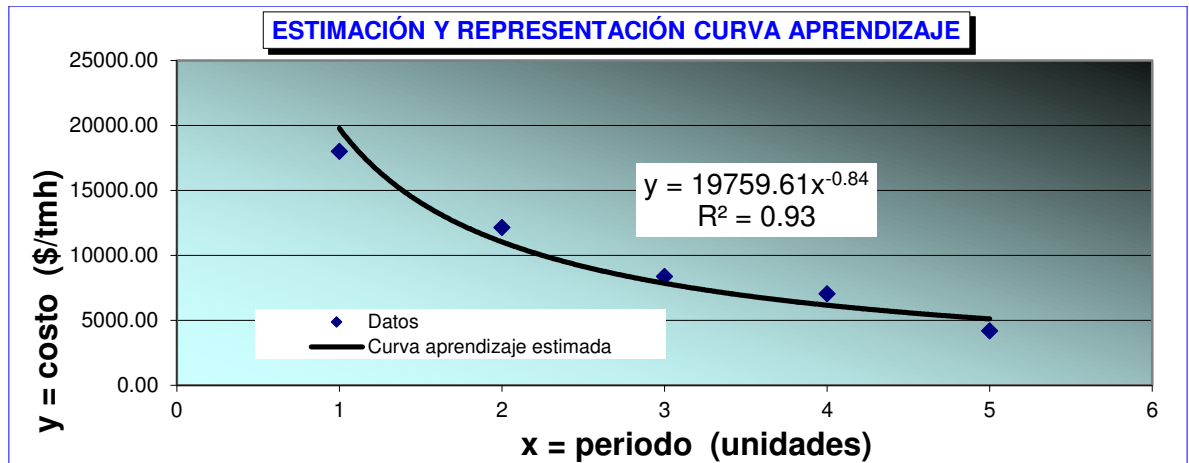


Figura 3-6: Estimación y representación de la curva de aprendizaje de la aplicación de P. Wright 1936

Una vez obtenida la representación gráfica de la curva de aprendizaje mediante una función matemática del tipo potencial, podemos estimar la consecuencia para cualquier parámetro de mejora continua.

Simplificamos el cálculo mediante el factor “m”, el cual está en función de “h”, “s” que ya fueron hallados previamente mediante el cálculo de mínimos cuadrados ordinarios (MCO), o en todo caso la Hoja de cálculo Excel también te calcula dichas variables.

El modelo matemático de curva de aprendizaje de estimación de costo (consecuencia) para cualquier parámetro de mejora continua es el siguiente:

Dependiendo del comportamiento de las variables de causa y consecuencia, estas pueden ser:

DP (Directamente Proporcional):

$$Ce(i = X) = e^m + [Ce(i = X - 1) - e^m] * [-MJCT(i = X - 1) + MJCT(i = X)]$$

IP (Inversamente Proporcional)

$$Ce(i = X) = e^m + [Ce(i = X - 1) - e^m] * [+MJCT(i = X - 1) - MJCT(i = X)]$$

Ce = Consecuencia estimada

X = Periodo i

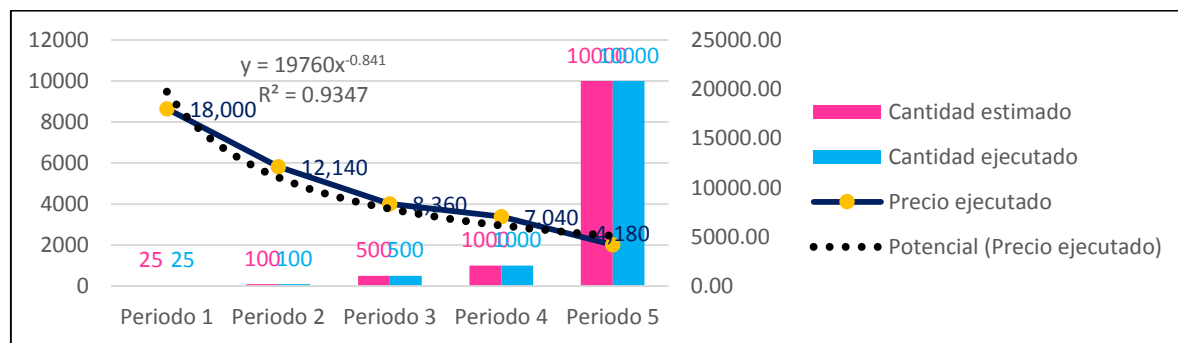
m = Factor m

MJCT= Productividad del Proceso de mejora continua

Etiquetas de fila	Semestre	Periodo	Formula Consecuencia Estimado (Ce _(i=x))
Vida diaria Teoria de P. Wright	Resultado Diag Sit	x	$Ce_{(i=x)} = e^m + (Ce_{(i=x-1)} - e^m) * (- + MJCT_{(i=x-1)} + MJCT_{(i=x)})$
	Resultado MJCT		
Mayor cantidad de aviones (Nº aviones)	Periodo 3	3	4156.17
	Periodo 4	4	
	Periodo 5	5	

Estimación de la consecuencia

El modelo matemático de curva de aprendizaje de estimación de costo, interrelaciona los parámetros de productividad ejecutado y estimado del proceso de mejora continua (causa) tanto del periodo a estimar (i=X) y del periodo anterior (i=X-1), con el costo ejecutado (consecuencia) del periodo anterior (i=X-1).



ESTIMACION DE CONSECUENCIA	Unidad	Periodo 4	Periodo 5	Variable	Formula IP
Valor de Mejora Continua	aviones	0.10	1.00	h	19760.00
Nº de semestre o periodo	periodo	4.00	5.00	s	-0.84
		1.39	1.61	b	0.56
		-0.84	-0.84	i	5.00
		-1.17	-1.35	m	8.54
Consecuencia Periodo 1	\$	19760.00	19760.00	e	2.72
		9.89	9.89	Factor MJCT	5104.50
		8.73	8.54	Factor MJCT	-0.90
Consecuencia Estimado Periodo X	\$	6158.21	4156.16	Consecuencia estimada Ce	4156.16
Porcentaje de tasa de aprendizaje		56%	56%		

Calculo de la tasa o periodo de aprendizaje

En la gráfica se observa la relación entre la mejora (causa) y el tiempo (consecuencia). Las curvas (color azul) de función potencial con exponente negativo disminuyen a medida que la mejora (color rojo) aumenta a través del tiempo, ampliándose el margen de kaizen o proceso de mejora continua en el tiempo.

$$b = potencia[10, (s * \log 2)]$$

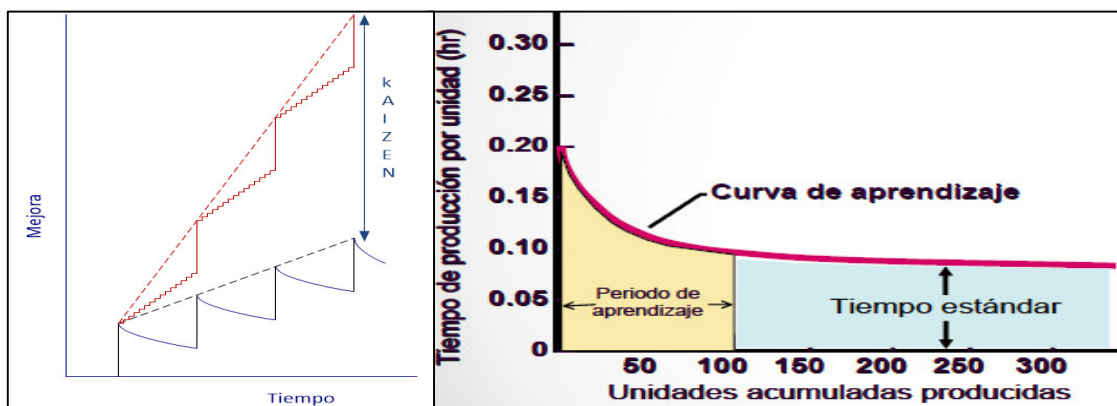


Figura 3-7: Representación de aplicar el proceso de mejora continua medida y progresivamente.

Calculo de la desviación estándar típica

Del modelo matemático de P. Wright, calcularemos la varianza y la desviación estándar típica.

Calculo de Estimación de consecuencia	Diferencia	Precio ejecutado	Precio estimado
Periodo 1	-1760.00	18000.00	19760.00
Periodo 2	1108.85	12140.00	11031.15
Periodo 3	516.17	8360.00	7843.83
Periodo 4	881.79	7040.00	6158.21
Periodo 5	23.84	4180.00	4156.16
Varianza total	1050585.61		
Desviacion estándar típica	1024.98		

Calculo de la Influencia del Proceso de mejora continua en el Beneficio Económico:

Etiquetas de fila	Semestre	Estimado		
		Precio Formula (\$)	Produccion	Ahorro (D)
Aviones vs Precio	Resultado Diag Sit (i=1,2)	15396	2.00	28,029
	Resultado MJCT (i=3,4,5)	6053	3.00	

Ejecutado		
Precio Real (\$)	Produccion	Ahorro (D)
15070	2.00	25,630
6527	3.00	

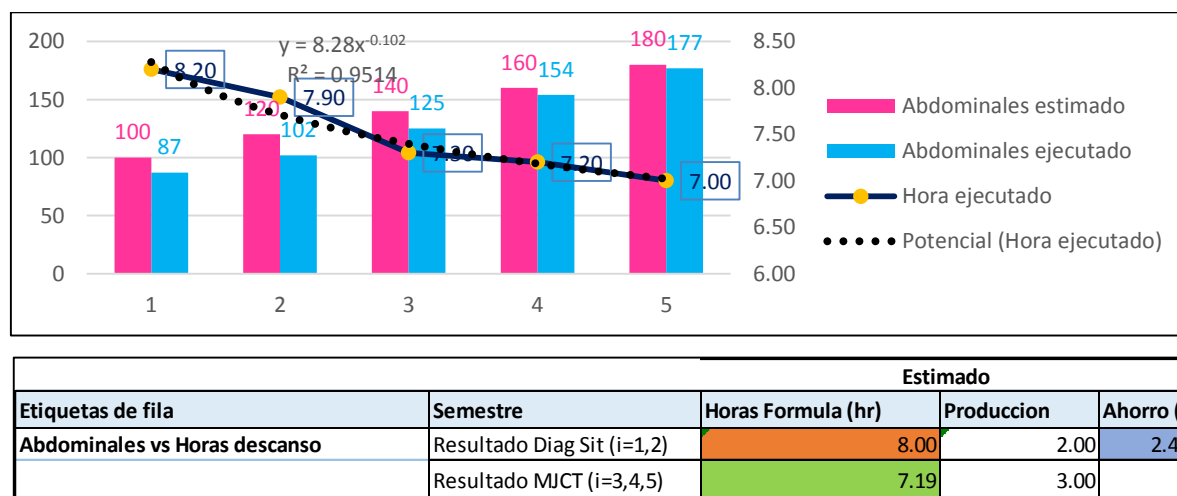
Cumplimiento		
Rendimiento MJCT	Precio	Ahorro (D)
		91%
100%	108%	

La aplicación aeronáutica de Theodore P. Wright, tiene los siguientes resultados de los indicadores de sustentación de la presente hipótesis de investigación:

- ✓ Desviación estándar típica = US\$1,024.98
- ✓ Tasa de aprendizaje: 56%
- ✓ Cumplimiento de productividad de MJCT=100%
- ✓ Confiabilidad del modelo matemático = 108%
- ✓ Influencia del Proceso de mejora continua en el Beneficio Económico = 91%

3.4.9. OTRAS APLICACIONES DE LA VIDA DIARIA DEL MODELO MATEMATICO DE LA CURVA DE APRENDIZAJE

Mayor cantidad de abdominales vs Menor horas de descanso.



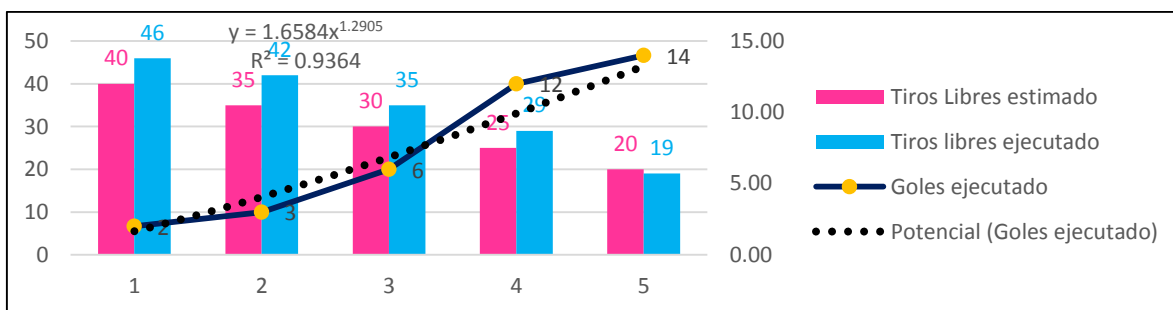
Ejecutado		
Horas Real (hr)	Produccion	Ahorro (D)
8.05	2.00	2.65
7.17	3.00	

Cumplimiento		
Rendimiento MJCT	Horas descanso	Ahorro (D)
		110%
95%	100%	

Los siguientes resultados de los indicadores de sustentación de la presente hipótesis de investigación:

- ✓ Desviación estándar típica = 0.1 hr
- ✓ Tasa de aprendizaje: 93%
- ✓ Cumplimiento de productividad de MJCT=95%
- ✓ Confiabilidad del modelo matemático = 100%
- ✓ Influencia del Proceso de mejora continua en el Beneficio Económico = 110%

Menor tiros libres vs Mayor goles



Estimado				
Etiquetas de fila	Semestre	Goles Formula (gol)	Produccion	Ahorro (D)
Tiros Libres vs Goles	Resultado Diag Sit (i=1,2)	2.86	2.00	-19.78
	Resultado MJCT (i=3,4,5)	9.45	3.00	

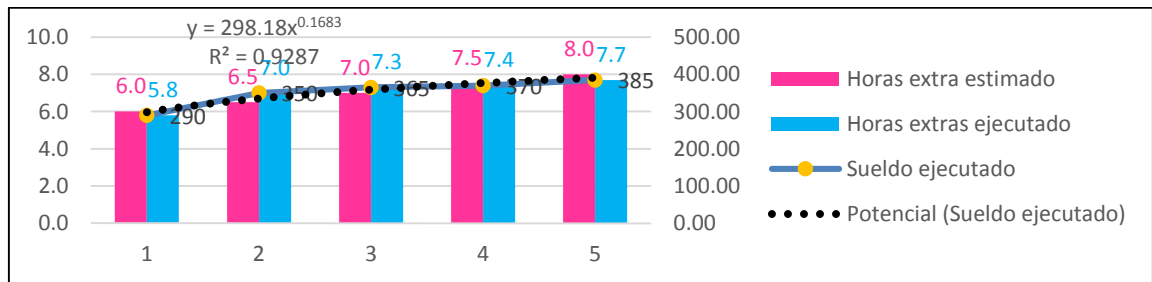
Ejecutado		
Goles Real (gol)	Produccion	Ahorro (D)
2.50	2.00	-24.50
10.67	3.00	

Cumplimiento		
Rendimiento MJCT	Goles	Ahorro (%)
		124%
109%	113%	

Los siguientes resultados de los indicadores de sustentación de la presente hipótesis de investigación:

- ✓ Desviación estándar típica = 1.44 goles
- ✓ Tasa de aprendizaje: 245%
- ✓ Cumplimiento de productividad de MJCT=109%
- ✓ Confiabilidad del modelo matemático = 113%
- ✓ Influencia del Proceso de mejora continua en el Beneficio Económico = 124%

Mayor horas extras vs Mayor sueldo



		Estimado		
Etiquetas de fila	Semestre	Sueldo Formula (\$)	Produccion	Ahorro (D)
Horas extras vs Sueldo	Resultado Diag Sit (i=1,2)	317	2.00	-184
	Resultado MJCT (i=3,4,5)	378	3.00	

Ejecutado			Cumplimiento		
Sueldo Real (\$)	Produccion	Ahorro (D)	Rendimiento MJCT	Sueldo	Ahorro (D)
320	2.00	-160			87%
373	3.00		100%	99%	

Los siguientes resultados de los indicadores de sustentación de la presente hipótesis de investigación:

- ✓ Desviación estándar típica = S/ 10.35

- ✓ Tasa de aprendizaje: 112%
- ✓ Cumplimiento de productividad de MJCT=100%
- ✓ Confiabilidad del modelo matemático = 99%
- ✓ Influencia del Proceso de mejora continua en el Beneficio Económico = 87%

3.4.10. CALCULO DE INFLUENCIA DEL PROCESO DE MEJORA CONTINUA EN EL BENEFICIO ECONOMICO

Con la información obtenida de la Gráfica de la curva de aprendizaje, se proyecta el beneficio económico estimado por el proceso de mejora continua. En la presente investigación comparamos entre las 2 fases mencionadas:

$$\begin{aligned} \text{Ahorro o gasto} &= \text{Influencia} = I \\ &= (Ce \text{ Fase 1} - Ce \text{ Fase 2}) \times \text{Produccion Fase 2} \end{aligned}$$

Ce Fase 1: Costo estimado Fase 1 (Diagnostico situacional)

Ce Fase 2: Costo estimado Fase 2 (Proceso de mejora continua)

Producción Fase 2: Producción total en Fase 2 (Proceso de mejora continua)

Si la influencia en el Beneficio Económico es positiva representa un ahorro, pero si es negativa representa un gasto.

4. METODOLOGIA Y PROCEDIMIENTO EMPLEADO

La presente tesis propone la hipótesis que la aplicación del proceso de mejora continua en la Gestión del Planeamiento Operativo Minero influye en el Beneficio Económico el cual es representado gráficamente por un modelo matemático de función potencial denominado curva de aprendizaje.

Las etapas sistemáticas de un proceso de investigación desde la perspectiva de la gestión es: Planeamiento, Organización, Implementación, Ejecución, Evaluación y Comunicación.

Tenemos los siguientes métodos de investigación: Método exploratorio, Inductivo, Deductivo, Análisis, Síntesis, descriptivo, comparativo, dialectico, empírico, experimental, estadístico.

La presente tesis emplea un Método de Investigación:

Experimental, porque se compara la causa de aplicar un proceso de mejora continua (productividad) con la consecuencia de su influencia en el beneficio económico (costo), las cuales están representados e interrelacionados en el modelo matemático de la Curva de Aprendizaje de Estimación de Costo, el cual deberá pasar por la prueba de validez y confiabilidad con los resultados y así comprobar la hipótesis formulada.

Exploratorio porque en la primera etapa se hace un diagnostico situacional del problema de investigación (2015-2, 2016-1), analizando las causas, los costos, los Análisis FODA y el Planeamiento Estratégico.

Descriptivo porque se describe la Gestión del Planeamiento Operativo Minero, la Teoría de P. Wright, el proceso de mejora continua y los costos operativos.

Dentro de los tipos de Investigación tenemos: Básica, Aplicada y Sustantiva. La presente investigación es aplicada porque aplica los conocimientos teóricos del proceso de mejora continua y su grafica de función potencial denominada curva de aprendizaje de estimación de costo a la Gestión del Planeamiento Operativo Minero y las consecuencias prácticas que derivan en el Beneficio Económico.

4.1. DISEÑO Y TIPO DE INVESTIGACION

La presente investigación se resume en los siguientes pasos:



Figura 4-1: Etapas de la investigación

De acuerdo a la estrategia que se utilizará para comprobar la hipótesis formulada, esta investigación corresponde al diseño experimental correlacional. En esta investigación se diseñará la correlación entre el proceso de mejora continua y el beneficio económico representado por la gráfica de función matemática del tipo potencial denominada curva de aprendizaje, el mismo que deberá pasar por la prueba de validez y confiabilidad con los resultados y así comprobar la hipótesis formulada.

Según el tiempo de ocurrencia de los hechos y registro de la información la investigación es retrospectiva y prospectiva, porque se hizo el registro de datos que ocurrieron en el pasado para el diagnóstico situacional (Fase 1) 2015-2 y 2016-1. A la vez también es prospectiva porque los hechos se registran a medida que ocurren, como son los periodos de proceso de mejora continua (Fase 2): 2016-2, 2017-1 y 2017-2.

Según el periodo y secuencia de estudio, es longitudinal pues el tiempo es determinante en la relación causa - consecuencia (proceso de mejora continua – beneficio económico).

Según el análisis y alcance de los resultados, la presente investigación es del tipo experimental, porque busca contestar porque sucede la influencia o correlación del proceso de mejora continua con el beneficio económico. Usualmente un cambio en la magnitud de una de ellas está relacionado con un cambio en la otra variable, que puede ser un aumento o disminución. Al mencionar causa y consecuencia, se entiende que la causa (proceso de mejora continua - productividad) es una característica variable y la consecuencia (beneficio económico - costo) un resultado de esa causa.

La presente tesis tiene los estudios de investigación de: es exploratorio, descriptivo y experimental. Es experimental porque busca correlación, pues mide el grado de relación que existe entre dos o más variables, como la relación entre el proceso de mejora continua y el beneficio económico.

4.2. VARIABLES DE ESTUDIO

En la investigación tenemos variables cualitativas y cuantitativas, dependientes e independientes. Variable de Estudio: Toda propiedad, rasgo, aspecto, cualidad, dimensión, atributo, etc. de un objeto. Si tal propiedad puede asumir diferentes estados o valores, sea por modificación, aumento o disminución, si esa variación es observable y medible en una misma, o en distintas unidades de observación. Las variables principales de cada actividad están descritas en las matrices de proceso de mejora continua, y nos muestra su relación con la variable principal de la investigación y en la operación mina, el cual es el tonelaje de mineral.

4.3. POBLACION Y MUESTRA NECESARIA

Las muestras de la investigación son parte de la Base de Datos de la operación mina a partir de los formatos de operación, almacenadas en los software de la Compañía. Además de los controles semanales, mensuales y semestrales que se realiza en la mina.

La población esta resumida en:

- Reporte de productividad
- Reporte de costos estimados y ejecutados
- Formato de reportes de operación.

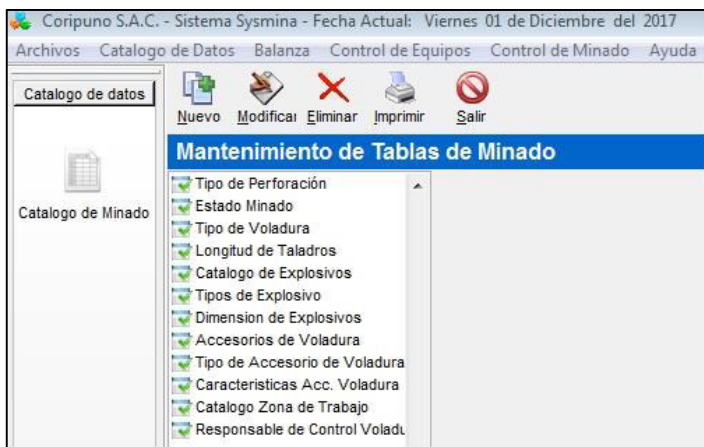
4.4. HIPOTESIS DE TRABAJO

Existen 3 tipos de hipótesis: Primer, segundo y tercer grado. La presente hipótesis es de segundo grado porque es proposición fundamentada en una relación causa-consecuencia.

4.5. INSTRUMENTOS DE RECOLECCION DE DATOS

Las técnicas e instrumentos de recolección de datos usado son de controles en mina, base de datos almacenadas a partir de formatos de operación, precios unitarios y controles semanales, mensuales y semestrales de las variables de las matrices de proceso de mejora continua. Los Instrumentos son:

- Base de datos en software de la Empresa SYSMINA, SIG, SPI y uso de hojas en Excel.
- Levantamientos topográficos.
- Matriz de Proceso de mejora continua (Planeamiento Estratégico y Análisis FODA)
- Matriz de Control de productividad, costos ejecutados y estimados.



The screenshot displays a data table within the Sysmina software. The table has multiple columns, including 'Fecha', 'Hora', 'Tipo', 'Materia', 'Cantidad', 'Unidad', 'Precio', 'Valor', 'Observaciones', and 'Usuario'. The data rows contain specific information related to mine operations, such as dates, times, types of work, materials used, quantities, units, prices, values, observations, and the user responsible for the entry.



Figura 4-2: Instrumentos de recolección de datos mediante software y equipos

PLAN OPERATIVO MINERO 2016-2017	
MATRIZ DE MEJORA CONTINUA	
Area	OPERACIÓN MINA - 920
Proyecto	MINADO SUPERFICIAL
Codigo de Actividad	2110
Actividad	PERFORACION
Meta	Minar segura y economicamente el mineral superficial
Finalidad	Ejecutar los taladros de rotura superficial
Rubro	Rotura superficial
VISION CORI PUNO SAC (2016-2021)	
Desarrollar con eficiencia y responsabilidades nuestras propiedades mineras expandiendo las operaciones.	
MISION DEL CDR OPERACIONES MINA - 920 (PEM 2016-2021)	
Extraer minerales auríferos de forma técnica y economicamente eficiente. Segura y amigable con el medio ambiente, aplicando las mejores practicas de negocio; para incrementar el valor de la Empresa y todos sus participantes, y contribuir con el desarrollo sostenible de las comunidades de nuestra zona de influencia.	
OBJETIVO ESTRATEGICO (PEM 2016-2017)	
Minar segura y economicamente el mineral superficial	
ACCION ESTRATEGICA (PEM 2016-2017)	
Desarrollar acciones estrategicas para reducir el rendimiento de mp/Tn min y por ende el costo del PU de US\$/mp	
PRODUCTO	
Taladros perforados	
DIAGNOSTICO SITUACIONAL 2015-2 Y 2016-1	
DEBILIDADES	FORTALEZAS
Tajos abiertos no estandar	Informacion geologica recategorizada corte a corte con Valor de mineral ponderada de 2.0 gr
Perforacion con trackdrill y stopper no mayor a 3 m de corte	Calidad de macizo rocoso favorable para taludes hasta de 80°
Costo operativo alto	Experiencia laboral en Ingenieria, Diseño, Planeamiento y Operación en Tajos abiertos
AMENAZAS	OPORTUNIDADES
Presencia de comuneros junto a la operación del Tajo Abierto	Nuevo tajo abierto acorde a Mediana Minería
Minado no estandarizado con condiciones subestandares	Perforacion con Rockdrill hasta 18 m de profundidad para BH y BX
Deficiente logistica y expertise de la Empresa Comunal de Perforacion	Realizacion de pruebas de mayor tamaño de broca, ampliacion de mallas y mayor alturas de

Figura 4-3: Matriz de Proceso de mejora continua (Planeamiento Estratégico y Análisis FODA)

					MATRIZ DE MEJORA CONTINUA												
					PLANEAR (QUE HACER COMO HACERLO)		HACER (HACER LO PLANIFICADO)		VERIFICAR (LAS COSAS SUCEDIERON DE ACUERDO A LO PLANIFICADO)					ACTUAR (COMO MEJORAR LA PROXIMA VEZ)			
OBJETIVO ESTRATEGICO PEM	PRODUCTO	INDICADOR PRINCIPAL	EJECUTADO 2016-1 (mp/tmh)	META 2017-2 (mp/tmh)	PERIODO	ACCIONES ESTRATEGICAS	ACTIVIDADES	UNIDAD DE MEDIDA	META PROGRAMADA DE ACTIVIDAD	META EJECUTADA DE ACTIVIDAD	INDICADOR PROGRAMADO POR TONELAJE (mp/Tn)	INDICADOR EJECUTADO O POR TONELAJE	INGRESO (US\$/Tn)	COSTO (US\$/Tn)	BENEFICIO ECONOMICO (US\$/Tn)	META PROGRAMADA ACTIVIDAD DE MEJORA CONTINUA SIGUIENTE PERIODO	AREA RESPONSABLE DE ACTIVIDAD DE MEJORA CONTINUA EN SIGUIENTE PERIODO
Minar segura y económicamente el mineral superficial	Taladros perforados	Indicador: metros perforados	0.64	0.30	2016-2	Desarrollar acciones estrategicas para reducir el rendimiento de mp/Tn min y por ende el costo del PU de US\$/mp	1.1. Aumento de diametro de broca	pulg	3.75	3.83	0.60	0.41	5.55	2.87	2.68	4.75	Mina-Planeamiento
							1.2. Ampliacion de malla de perforacion	m2	7.63	8.08						11.38	Mina-Planeamiento
							1.3. Mayor longitud de perforacion	m	3.75	3.57						4.75	Mina-Planeamiento
							1.4. Aumentar tonelaje roto proporcional a mp	K m perf/mes	2.86	1.77						2.47	Mina-Planeamiento
		Formula: mp	0.64	0.30	2017-1	Desarrollar acciones estrategicas para reducir el rendimiento de mp/Tn min y por ende el costo del PU de US\$/mp	2.1. Aumento de diametro de broca	pulg	4.75	4.83	0.50	0.47	6.21	3.28	2.93	5.50	Mina-Planeamiento
							2.2. Ampliacion de malla de perforacion	m2	11.38	11.67						16.00	Mina-Planeamiento
							2.3. Mayor longitud de perforacion	m	4.75	4.64						7.50	Mina-Planeamiento
							2.4. Aumentar tonelaje roto proporcional a mp	K m perf/mes	2.47	1.99						1.80	Mina-Planeamiento
		Descripción del indicador: Longitud de la perforacion del taladro	0.64	0.30	2017-2	Desarrollar acciones estrategicas para reducir el rendimiento de mp/Tn min y por ende el costo del PU de US\$/mp	3.1. Aumento de diametro de broca	pulg	5.50	5.25	0.30	0.26	6.22	1.82	4.41	6.00	Mina-Planeamiento
							3.2. Ampliacion de malla de perforacion	m2	16.00	16.00						18.00	Mina-Planeamiento
							3.3. Mayor longitud de perforacion	m	7.50	7.50						10.00	Mina-Planeamiento
							3.4. Aumentar tonelaje roto proporcional a mp	K m perf/mes	1.80	1.19						1.20	Mina-Planeamiento

Figura 4-4: Matriz de Control de productividad, costos ejecutados y estimados.

4.6. TÉCNICAS DE INVESTIGACION

El Plan de acción de la técnica de investigación empleada para lograr los objetivos fue el siguiente:

- 1-Formulación del proyecto previo.
- 2-Elaboración del proyecto de investigación.
- 3-Organización de los recursos.
- 4-Implementación del proyecto.
- 5-Ejecución de la experiencia (recolección de datos).
- 6-Procesamiento de datos.
- 7-Análisis e interpretación de los resultados.
- 8-Elaboración del informe de investigación.

4.7. PROCEDIMIENTOS

El procedimiento fue de aplicar un proceso de mejora continua del control en mina durante el periodo noviembre 2015 a agosto 2017.



Figura 4-5: Procedimiento de Mejora Continua de la presente investigación

4.8. PROCESAMIENTO Y ANALISIS ESTADISTICO DE DATOS

El procesamiento de datos se realizó con los software de la Empresa denominados SYSMINA, SIG y SPI, conjuntamente exportados y procesados en Hojas de Cálculo Excel. El análisis estadístico se realizó con MS Excel, obteniéndose las gráficas y fórmulas de las funciones potenciales de la curva de aprendizaje. Así mismo los cálculos de varianza y desviación estándar típica entre los costos ejecutados y los costos estimados con las curvas de aprendizaje.

El Plan de análisis es un aspecto muy importante pues es lo que determinará si se da respuesta a la hipótesis o a las preguntas de la investigación.

5. RESULTADOS OBTENIDOS

Los resultados obtenidos de la presente investigación se muestran a continuación:

5.1. PRESENTACION DE DATOS GENERALES

La Unidad Minera Untuca Cori Puno SAC del Grupo Consorcio Minero Horizonte, es considerada una mina subterránea y superficial aurífera de leyes marginales, emplazada en rocas metamórficas tipo esquistos y pizarra, con 2 mantos principales definidos con buzamiento de 15° y con calidad de macizo rocoso principalmente tipo III A-B.

La autorización de tratamiento de la Planta Concentradora es de 1900 TMD, de los cuales actualmente se trata 1800 TMHD equivalente a 1750 TMSD aproximadamente.

Tiene autorización de minado subterráneo y superficial en 2 concesiones, con recursos M+I de 1'702,567 TMH con ley media 2.89 gr Au/TMH, para una ley de corte de 2.0 gr Au/TMH.

La Unidad Minera Untuca Cori Puno SAC del Grupo Consorcio Minero Horizonte, estableció sistemas de base de datos y control de la operación minera, con el objetivo de optimizar la toma de decisiones en tiempo real para obtener los mayores márgenes de beneficio económico, dichos software son:

- ✓ SYSMINA: Base de datos y control de la operación mina tipo toneladas, labores y parámetros propios de la operación mina.
- ✓ SIG: Base de datos y control de la operación geológica con leyes y sus coordenadas.

- ✓ SPI: Base de datos y control de los costos, valorizaciones y presupuestos de las operaciones de la Unidad. Incluye Precios unitarios y Planeamiento Estratégico.

Estos programas permiten ingresar datos de los formatos físicos de la operación mina:

Formato de perforación con Jumbo

Formato de perforación con equipo de taladros largos

Formato de vale de explosivo

Formato de devolución de explosivo

Formato de acarreo, carguío y relleno con scoop

Formato de perforación y voladura tajo abierto

Formato de reporte de equipo de cargador frontal, excavadora y tractor

Formato de reporte de transporte de mineral y desmonte

Formato de Vale de control de transporte y polígonos de mineral

Formato de reporte de guardia

Formato de check list de los equipos

Formato de control de horas máquina de todos los equipos

Formato de trabajos de desmonte y mantenimiento superficial

Formato de trabajos de mantenimiento subterráneo

Formato de reporte diario de tareas administrativas

Todas estas bases de datos ingresadas desde noviembre 2015, permiten obtener todo tipo de parámetros de la operación mina para la toma de decisiones. Además, el control de la operación en mina se realiza a través del Departamento de Productividad, que elabora informes de los rendimientos, ciclos y movimientos en la operación mina y que son analizados y actualizados en los precios unitarios.

A continuación, se presenta la lista de actividades y sus procesos de mejora continua desarrollada y generada sus respectivas curvas de aprendizaje de estimación de costo

de función potencial, estimando los costos y ahorros generados por el proceso de mejora continua.

5.2. PRESENTACION Y ANALISIS DE DATOS (Prueba de hipótesis)

La hipótesis de la presente tesis sostiene que la aplicación del proceso de mejora continua influye en el beneficio económico representado gráficamente por un modelo matemático de función potencial denominado curva de aprendizaje de estimación de costos.

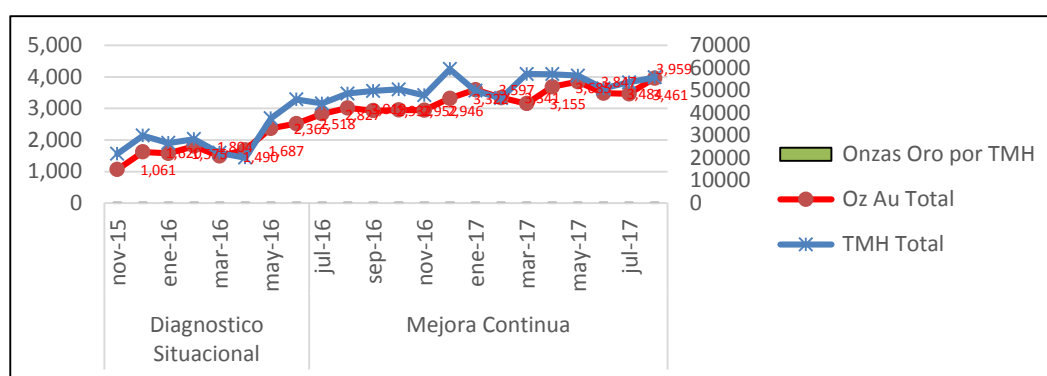


Figura 5-1: Producción ejecutada de onzas de oro y tonelaje de minado en ambas fases.

En la Fase 1 de diagnóstico situacional, se tenían horas de Planta Concentradora sin trabajo debido a que no se lograba alimentar las 1800 TMH/día. Es por ello que en la Fase 2 de Proceso de mejora continua se decide aplicar 31 procesos de mejora continua a las 11 actividades críticas de la operación mina, lográndose alimentar las 1800 TMH/día a Planta Concentradora, obteniéndose mayor cantidad de onzas de oro, a menor costo de minado, el cual es estimado y controlado para cualquier parámetro de productividad, mediante el modelo matemático de la curva de aprendizaje.

Tabla 5-1: Tabla de resultados de producción logrados por fases

Etiquetas de fila	TMH Total	Oz Au Total	Onzas Oro por TMH
FASE 1: Diagnostico Situacional	29,105	1,765	0.061
nov-15	21,850	1,061	0.049
dic-15	29,942	1,620	0.054

ene-16	26,667	1,575	0.059
feb-16	28,379	1,804	0.064
mar-16	22,268	1,490	0.067
abr-16	20,129	1,687	0.084
may-16	37,610	2,365	0.063
jun-16	45,993	2,518	0.055
FASE 2: Proceso de mejora continua	52,005	3,323	0.064
jul-16	44,220	2,827	0.064
ago-16	48,589	3,019	0.062
sep-16	49,723	2,932	0.059
oct-16	50,490	2,952	0.058
nov-16	47,847	2,946	0.062
dic-16	59,454	3,322	0.056
ene-17	49,825	3,597	0.072
feb-17	46,583	3,341	0.072
mar-17	57,249	3,155	0.055
abr-17	57,225	3,685	0.064
may-17	56,558	3,847	0.068
jun-17	50,894	3,484	0.068
jul-17	53,618	3,461	0.065
ago-17	55,800	3,959	0.071
Total general	960,913	60,647	0.063

En la Fase 2 del proceso de mejora continua se obtuvieron mejores resultados de producción, tanto en TMH roto de mina, Onzas de oro producidas en Planta Concentradora y un mayor ratio Oz Au/TMH. Este ratio es mayor en 0.003 oz Au/TMH en la Fase 2 en comparación a la Fase 1, lo cual si lo multiplicamos por el tonelaje producido en la Fase 2 que fue 960,913 TMH, se obtuvo 3,135 oz Au de más en la Fase 2 de proceso de mejora continua, al precio de \$ 1,250 \$/oz Au, se ganó en ventas US\$ 3'919,230 por este excedente de producción de finos de oro. Los parámetros metalúrgicos se mantuvieron en ambas fases, resumiéndose que en la Fase 2 de Proceso de Mejora Continua, se minó en zonas de reservas de bloques económicos con mayor cantidad de tonelaje y mejores leyes.

5.2.1. GRAFICOS Y TABLAS DEL PROCESO DE MEJORA CONTINUA

En el apéndice 1 se presenta los gráficos y tablas de las curvas de aprendizaje de estimación de costo, que sustentan la hipótesis.

5.2.2. INTERPRETACION O DISCUSION DE DATOS

Como resumen de la investigación se tiene:

Tabla 5-2: Desviación estándar típica por fases y actividades

Resumen de Desviación Estándar Típica			
Calculo de Estimación de costo (\$/tmh)		Desviación estándar típica	
Etiquetas de fila	Total	Fase 1 Diagn Sit	Fase 2 Mejora Cont
Perforación	0.82	1.11	0.50
Voladura	0.52	0.16	0.65
Transporte de Mineral a Planta Concentradora	0.76	1.11	0.35
Remoción de desmonte (Desbroce)	0.99	1.15	0.80
Desarrollo de accesos	0.90	1.27	0.20
Avances en desarrollo	0.75	0.07	0.97
Avances en preparación	0.51	0.00	0.66
Tajeo	1.03	1.04	1.03
Transporte de Mineral Subterráneo a Planta	0.17	0.15	0.16
Acarreo y Carguío de mineral	0.49	0.67	0.14
Relleno Detrítico	0.91	0.67	0.85
Total general	0.71	0.67	0.57

Se observa que en la Fase 2 de MJCT hubo menor Desviación Estándar entre el costo ejecutado y el costo estimado por la curva de aprendizaje, lográndose 0.57 \$/tmh. En la Fase 1 de DS es mayor con 0.67 \$/tmh. En la F2, solo las actividades de Avance en Desarrollo y Tajeo, tienen una desviación estándar típica aproximadamente cerca al indicador (≤ 1 \$/tmh), la cual se tiene que mejorar.

Tabla 5-3: Cumplimiento de indicadores de gestión de la investigación

Resumen de Indicadores				
Calculo de Cumplimiento (%)				
Etiquetas de fila	% Tasa de aprendizaje	% Parámetros de Productividad MJCT	% Costo Modelo Matemático	% Influencia Beneficio Económico
Perforación	0.91	0.92	1.07	2.78
Voladura	1.10	1.23	1.16	2.18
Transporte de Mineral a Planta Concentradora	0.72	1.01	1.03	0.74
Remoción de desmonte (Desbroce)	1.14	1.04	1.08	-0.37
Desarrollo de accesos	0.67	0.73	0.86	2.36
Avances en desarrollo	5.18	0.88	1.13	1.11
Avances en preparación	2.73	0.92	1.06	0.95
Tajeo	0.79	0.99	1.09	1.23
Transporte de Mineral Subterráneo a Planta	0.79	1.00	1.06	0.30
Acarreo y Carguío de mineral	0.91	0.89	0.93	8.08
Relleno Detritico	0.09	0.70	3.75	1.11
Total general	1.37	0.94	1.09	2.23

- ✓ En la Fase 2 de Proceso de mejora continua, la tasa de aprendizaje fue 137 % ($\geq 100\%$).
- ✓ En la F2 el cumplimiento de los parámetros de productividad fue 94% ($\leq 90\%-110\% \Rightarrow$).
- ✓ En la Fase 2 de Proceso de mejora continua, la confiabilidad del modelo matemático de la curva de aprendizaje de estimación de costos fue de 109% ($\leq 90\%-110\% \Rightarrow$).
- ✓ En F2, el cumplimiento de la influencia en el Beneficio Económico, representado por el ahorro o gasto estimado vs ejecutado fue 223% ($\geq 100\%$).

Tabla 5-4: Costo unitario ejecutada y estimada por la curva de aprendizaje F1 y F2

Costo Ejecutado y Estimado en Fase 1 Diagnostico Situacional 2015-2,2016-1				Costo Ejecutado y Estimado en Fase 2 Mejora Continua 2016-2, 2017-1, 2017-2			
Calculo de Estimación de costo (\$/tmh)	Diagnostico Situacional Costo ejecutado 2015-2,2016-1			Calculo de Estimación de costo (\$/tmh)	Mejora Continua Costo ejecutado 2016-2,2017-1,2017-2		
Etiquetas de fila	Diferencia Ejec-Estim	Ejecutado	Estimado	Etiquetas de fila	Diferencia Ejec-Estim	Ejecutado	Estimado
Perforación	0.78	3.81	3.03	Perforación	0.19	2.89	2.70
Voladura	0.08	1.74	1.66	Voladura	0.30	2.14	1.84
Transporte de Mineral a Planta Concentradora	-0.21	3.13	3.34	Transporte de Mineral a Planta Concentradora	0.07	2.32	2.26
Remoción de desmonte (Desbroce)	0.87	4.05	3.18	Remoción de desmonte (Desbroce)	0.30	3.89	3.60
Desarrollo de accesos	1.10	3.77	2.67	Desarrollo de accesos	-0.23	1.45	1.68
Avances en desarrollo	-0.08	0.39	0.47	Avances en desarrollo	0.34	2.87	2.53
Avances en preparación	0.12	1.33	1.22	Avances en preparación	0.19	3.63	3.44
Tajeo	0.83	6.55	5.71	Tajeo	0.40	4.83	4.43
Transporte de Mineral Subterráneo a Planta	-0.28	2.32	2.59	Transporte de Mineral Subterráneo a Planta	0.13	2.12	1.99
Acarreo y Carguío de mineral	0.88	2.21	1.32	Acarreo y Carguío de mineral	-0.09	1.11	1.20
Relleno Detritico	1.49	4.78	3.30	Relleno Detritico	0.86	1.17	0.31
Total general	0.51	3.10	2.59	Total general	0.22	2.58	2.36

En la Fase 2 de Proceso de Mejora Continua, la diferencia total entre el costo ejecutado y el costo estimado por la curva de aprendizaje es de 0.22 \$/tmh, con un cumplimiento de confiabilidad del modelo matemático de la curva de aprendizaje de estimación de costos de 109% (2.58/2.36 \$/tmh). En la Fase 1 de Diagnostico Situacional la diferencia fue de 0.51 \$/tmh y el cumplimiento de confiabilidad del modelo matemático fue mayor siendo de 120% (3.10/2.59 \$/tmh).

Se evidencia en la Fase 2, la Gestión del Planeamiento Operativo Minero ha sido positivo, debido a que se aplicó procesos de mejora continua desde el Planear, Hacer, Actuar y Verificar, reduciéndose los costos ejecutados de la Fase 1 y la diferencia entre el costo ejecutado con su costo estimado por las curvas de aprendizaje de la F2.

Tabla 5-5: Ahorro o gasto por Costo unitario ejecutado y estimado

Diferencia de Costo Ejecutado y Estimado (Diagnostico Situacional F1- Proceso de mejora continua F2): Aumento costo (-) y Reducción costo (+)		
Etiquetas de fila	Ejecutado	Estimado
Perforación	0.92	0.33
Voladura	-0.40	-0.18
Transporte de Mineral a Planta Concentradora	0.80	1.08
Remoción de desmonte (Desbroce)	0.16	-0.42
Desarrollo de accesos	2.32	0.98
Avances en desarrollo	-2.47	-2.06
Avances en preparación	-2.29	-2.22
Tajeo	1.72	1.29
Transporte de Mineral Subterráneo a Planta	0.20	0.60
Acarreo y Carguío de mineral	1.10	0.13
Relleno Detrítico	3.62	2.98
Total general	0.51	0.22

En este cuadro observamos que la reducción de costo comparando la F2 de proceso de mejora continua, con la F1 de diagnóstico situacional, se estimó y cumplió en 7 actividades: Perforación, Transporte de mineral de superficie, Desarrollo de accesos, Tajeo, Transporte de mineral de subterráneo, Acarreo y carguío con scoop, relleno de tajeos. En las otras 4 actividades se estimó aumento del costo unitario en la F2 comparado con la F1, debido a los incrementos de niveles de producción de la F2, y estas actividades fueron: Voladura, Avances en desarrollo, Avances en preparación y Remoción en desmonte. De estas 4 actividades, se cumplió lo estimado de aumento de costo en 3 actividades, siendo la actividad de –remoción de desmonte la que no se cumplió debido a que se estimaba aumento de costo (-0.42 \$/tmh) , pero el ejecutado fue una reducción de costo (0.16 \$/tmh).

El aumento de costo entre ambas fases, se dio en las otras 3 actividades (Voladura, Avances en desarrollo y Avances en preparación), pero es importante considerarlo como un costo invertido que se recupera con la extracción de mineral, debido a:

- ✓ Mayor voladura en superficie nos permite desbrozar, llegar y extraer el mineral y mejorar la fragmentación. Se incrementa la rotura y se obtiene mayor tonelaje de mineral superficial.
- ✓ Mayor avance en desarrollo nos permite integrar y generar más infraestructura para un minado ordenado, integrado y acorde a las exigencias legales de la normativa minera actual.
- ✓ Mayor avance en preparación nos permite más blocks económicos preparados para minar de forma racional, segura y sistematizada.

La aplicación de T. Paul. Wright, quien uso por primera vez la curva de aprendizaje en economía en 1936, es sustentada y validada, afirmándose que el proceso de mejora continua se representa gráficamente con un modelo matemático de función matemática del tipo potencial denominada curva de aprendizaje de estimación de costo, el cual en la presente investigación tiene una confiabilidad de 109%.

Tabla 5-6: Ahorro o gasto por Monto por actividades ejecutadas y estimadas Fase 2

Resumen de Influencia del Proceso de mejora continua en el Beneficio Económico en la Fase 2 de Mejora Continua			
Calculo de Estimación de costo (US\$)		Ahorro o gasto por proceso de mejora	
Etiquetas de fila	Diferencia Ejec-Estim	Ejecutado	Estimado
Perforación	157,832	246,549	88,717
Voladura	-57,799	-106,603	-48,804
Transporte de Mineral a Planta Concentradora	-74,454	214,658	289,112
Remoción de desmonte (Desbroce)	154,984	42,080	-112,904
Desarrollo de accesos	357,242	620,376	263,133
Avances en desarrollo	-109,171	-1,138,496	-1,029,325
Avances en preparación	52,883	-1,055,655	-1,108,538
Tajeo	146,511	790,247	643,736
Transporte de Mineral Subterráneo a Planta	-210,626	90,091	300,717
Acarreo y Carguío de mineral	443,007	505,612	62,605
Relleno Detritico	171,546	1,664,254	1,492,708
Total general	1,031,955	1,873,113	841,158

En la Fase 2 de Proceso de mejora continua (Julio 2016 a Agosto 2017), se resume que los 31 procesos de mejora continua aplicadas en la Gestión del Planeamiento Operativo Minero, en las 11 actividades críticas del Diagrama de Pareto, generaron un ahorro de US\$ 1'873,113, sustentándose así que este es el valor de la influencia en el Beneficio Económico del proceso de mejora continua aplicada, con un cumplimiento del 223% entre el ahorro ejecutado y estimado ($1'873,113/841,158$ US\$) a partir de la curva de aprendizaje de estimación de costo.

La diferencia de US\$ 1'031,995 entre el ahorro ejecutado con el estimado, se debe principalmente a 2 actividades: Desarrollo de accesos y Acarreo y Carguío de mineral subterráneo. El primero se incrementó el ahorro debido a que se prescindió de algunos desarrollos de accesos superficiales al Tajo Abierto Cruz de Oro por motivos de mineralización; y con respecto a Acarreo y Carguío de mineral subterráneo, se incrementó el ahorro debido a que los puntos de carguío estaban cerca a los tajeos y avances de producción.

5.3. CONFORMIDAD O DISCONFORMIDAD CON OTROS AUTORES

La investigación de Paul Wright, quien uso por primera vez la curva de aprendizaje en economía en 1936, es conforme respecto a que el proceso de mejora continua se representa gráficamente como un modelo matemático de función potencial, aplicando la curva de aprendizaje para estimar costos para cualquier parámetro de productividad del proceso de mejora continua, midiéndose la influencia en el beneficio económico del proceso de mejora continua aplicada en 5 indicadores de gestión.

6. CONCLUSIONES

- Acorde al Objetivo Principal, los procesos de mejora continua influenciaron en el beneficio económico, incrementándose la producción de oro de 1,765 oz Au/mes en promedio en la Fase 1, a 3,323 oz Au/mes en promedio en la Fase 2, siendo el ratio mayor en 0.003 oz Au/TMH, lográndose un ahorro de US\$ 1'873,113.
- Acorde al Objetivo Especifico N°1, se logró aplicar 31 procesos de mejora continua de forma medida, progresiva y presupuestada, en 11 actividades críticas de la Gestión del Planeamiento Operativo Minero.
- Acorde al Objetivo Especifico N°2, el modelo matemático de estimación de costo por productividad, interrelaciona costos y parámetros de productividad ejecutados y estimados, pudiéndose aplicar este modelo matemático para cualquier parámetro de productividad de cualquier proceso de mejora continua.
- Acorde al Objetivo Especifico N°3, La teoría de Theodore Paul Wright, respecto a que el proceso de mejora continua se representa gráficamente mediante un modelo matemático de función potencial denominada curva de aprendizaje, es validada y sustentada en esta aplicación minera, midiéndose en 5 indicadores de gestión:
 - ✓ Indicador Desviación estándar : (≤ 1 \$/tmh) (Logro 0.57 \$/tmh)
 - ✓ Indicador Tasa de aprendizaje: ($\leq 100\%$) (Logro en 7 de 11 actividades)
 - ✓ Indicador Cumplimiento de productividad: ($\leq 90\%-110\% \Rightarrow$) (Logro 94%)
 - ✓ Indicador Confiabilidad del modelo matemático: ($\leq 90\%-110\% \Rightarrow$) (Logro 109%)
 - ✓ Indicador Influencia del proceso de mejora continua en el Beneficio Económico: ($\geq 100\%$) (Logro 223%)
- Acorde al objetivo principal, los procesos de mejora continua generaron incremento en la producción de mineral roto, incrementándose de 29,105 tmh/mes en la Fase 1 a 52,005 Tmh/mes en Fase la 2, evitando paralizar Planta Concentradora.
- Acorde al objetivo específico N°1, se definió 2 fases de análisis: Fase 1 de Diagnostico situacional (Nov 2015 a Jun 2016) y Fase 2 de Proceso de mejora continua (Jul 2016 a Ago 2017).

- Acorde al objetivo específico N°2, En el minado superficial las actividades críticas donde se aplica procesos de mejora continua son: Perforación, Voladura, Transporte de mineral a Planta, Desbroce y Desarrollo de accesos. En la actividad de Voladura en Tajo Abierto no hubo reducción de costo entre ambas fases, sino que el costo se incrementó en la fase 2 de MJCT. Esto debido al incremento de producción, mayor stripping ratio en la nueva mina de tajo abierto Cruz de Oro.
- Acorde al objetivo específico N°2, en el minado subterráneo las actividades críticas donde se aplica procesos de mejora continua son: Avance en desarrollo, en preparación, tajeo, transporte de mineral, acarreo con scoop y relleno. En las actividades de avances por desarrollo y preparación hubo un incremento de costos en la fase 2 de proceso de mejora continua, el cual era previsible y estaba estimado en las curvas de aprendizaje de proceso de mejora continua. Esto debido al incremento de producción en subterráneo de 11,671 tmh/mes en promedio en la fase 1, a 32,880 tmh/mes en promedio en la fase 2. Además de ejecución de secciones amplias para volquetes incrementándose los PU.
- Acorde al objetivo específico N°3, con la curva de aprendizaje de estimación de costo se estimó los costos influenciados por los procesos de mejora continua aplicadas, obteniéndose en la Fase 2 una diferencia de 0.22 \$/tmh entre el costo ejecutado y estimado y la desviación estándar 0.57 \$/tmh (≤ 1 \$/tmh).

7. RECOMENDACIONES

- Continuar con el control y actualización de las matrices de los procesos de mejora continua y las matrices de control de productividad, costos ejecutados y estimados por el modelo matemático de estimación de costos por productividad.
- Evaluar y garantizar que todos los resultados de Indicadores de Gestión deben estar dentro del límite o rango establecido.
- Evaluar la posibilidad de reducir más el costo subterráneo aplicando un método de minado más masivo, seguro y de mucho menor costo como el Sublevel Caving.
- Evaluar la posibilidad de que los periodos de aplicación de procesos de mejora continua sean trimestrales y no semestrales.
- Extender la generación de procesos de mejora continua a las demás actividades de la Gestión del Planeamiento Operativo Minero.

8. BIBLIOGRAFIA DE REFERENCIA Y DE CONSULTA

- LEFCOVICH MAURICIO, 2000, Kaizen el proceso de mejora continua y la curva de aprendizaje, El Cid Editor
<http://managersmagazine.com/wp-content/uploads/2008/12/mauricio-lefcovich-kaizen-y-la-curva-de-aprendizaje.pdf>
- CAMPOS STEVEN, 2017, Curva de aprendizaje, una poderosa herramienta en los procesos productivos, Sitio web LinkedIn
<https://es.linkedin.com/pulse/curvas-de-aprendizaje-una-poderosa-herramienta-en-los-campos-avalos>
- JIMENO JORGE, 2014, Modelo de Gestión en CIA Minera Volcan SAA, Perú.
<http://tramite.ingemmet.gob.pe/BusquedaGeodoc/images/biblioteca/Mine-21.pdf>
- GALO MUÑOZ LOPEZ, 2012, Modelo de Costos para la valorización de Planes Mineros, Chile.
http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/112524/cf-munoz_gl.pdf?sequence=1
- FORMENTO HECTOR, 2015, El proceso de mejora continua, Claves para el desarrollo exitoso de las organizaciones, Argentina.
http://www.ungs.edu.ar/ms_publicaciones/wp-content/uploads/2017/08/9789876302050-resumen.pdf
- MEMBRADO MARTINEZ JOAQUIN, 2002, Libro Innovación y Mejora Continua según el modelo EFQM de excelencia, España.
<https://relaremap.firebaseio.com/aa882/innovacin-y-mejora-continua-segn-el-modelo-efqm-de-excelencia-spanish-edition-by-joaquin-membrado-martnez-b00tqr3zeq.pdf>

- GOLDRATT ELIYAHU, 1993, Libro La Meta: Un proceso de mejora continua, Estados Unidos.

<file:///C:/Users/windows/Downloads/Dialnet-LaMetaUnProcesoDeMejoraContinua-4760235.pdf>

APENDICE 1

TABLAS DE DATOS

MINADO SUPERFICIAL

El minado se realiza por el método de tajo abierto.

2110 – Perforación

Etiquetas de fila	Variable principal	Variable de mejora continua	Mejor Si	Costo
Perforacion				
Mayor diametro de broca (pulg)	m perf	pulg	sube	baja
Mayor Burden y Espaciamiento (m2)	m perf	m2	sube	baja
Mayor altura de banco (m)	m perf	m	sube	baja
Menor m perf proporcional a Tn (Kmparf/mes)	m perf	Kmparf/mes	baja	baja

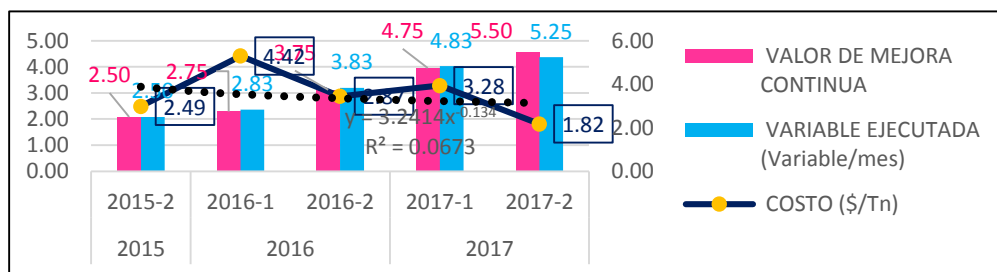
Etiquetas de fila	Semestre	Periodo	Formula Curva Aprendizaje	Factor m	Formula Costo Estimado (Ce _[tix])
Perforacion	Resultado Diag Sit				
	Resultado MJC	x	h=3.2414; s=-0.134	$m=(\ln(x)*(s))+\ln(h)$	$Ce_{[tix]}=e^m*(Ce_{[tix-1]}-e^m)*(-+MJC_{[tix-1]}-MJC_{[tix]})$
Mayor diametro de broca (pulg)	2016-2	3	$y=3.2414(x)^{-0.134}$	0.96	2.55
	2017-1	4			
	2017-2	5			
Mayor Burden y Espaciamiento (m2)	2016-2	3			2.25
	2017-1	4			
	2017-2	5			
Mayor altura de banco (m)	2016-2	3			2.39
	2017-1	4			
	2017-2	5			
Menor m perf proporcional a Tn (Kmparf/mes)	2016-2	3			2.56
	2017-1	4			
	2017-2	5			

A continuación presentamos los 4 Procesos de Mejora Continua de esta actividad:

Proceso de mejora continua 1: Mayor diámetro de broca

Etiquetas de fila	Semestre	Estimado	
		Rendimiento MJCT	Costo Formula (\$/tmh)
Mayor diametro de broca (pulg)	2016-2	3.75	2.80
	2017-1	4.75	2.69
	2017-2	5.50	2.55

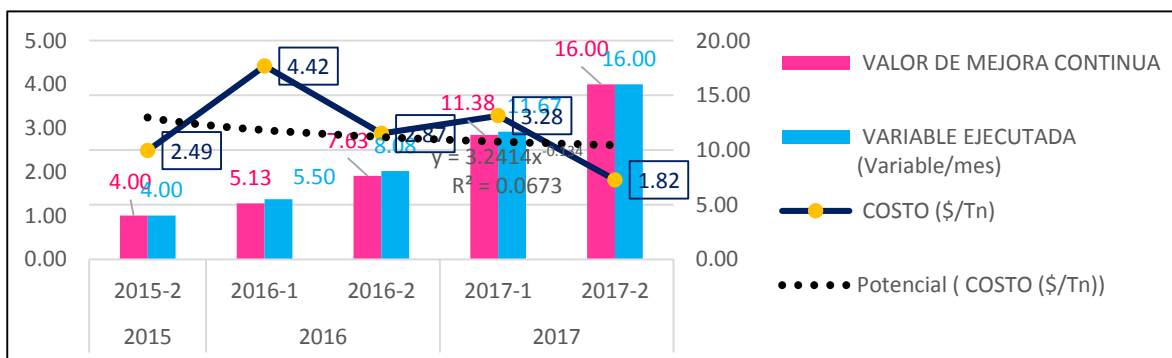
Ejecutado		Cumplimiento	
Rendimiento MJCT	Costo Real (\$/tmh)	Rendimiento MJCT	Costo (\$/tmh)
3.83	2.87	102%	103%
4.83	3.28	102%	122%
5.25	1.82	95%	71%



Proceso de mejora continua 2: Mayor Burden y Espaciamento

Etiquetas de fila	Semestre	Estimado	
		Rendimiento MJCT	Costo Formula (\$/tmh)
Mayor Burden y Espaciamento (m2)	2016-2	7.63	2.80
	2017-1	11.38	2.69
	2017-2	16.00	2.25

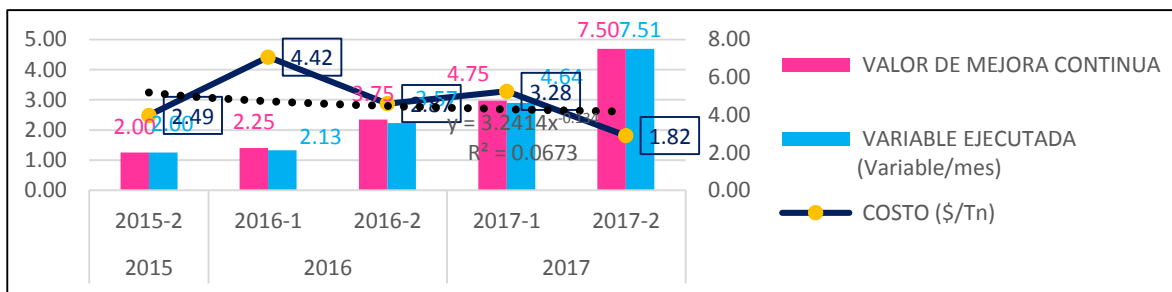
Ejecutado		Cumplimiento	
Rendimiento MJCT	Costo Real (\$/tmh)	Rendimiento MJCT	Costo (\$/tmh)
8.08	2.87	106%	103%
11.67	3.28	103%	122%
16.00	1.82	100%	81%



Proceso de mejora continua 3: Mayor altura de banco

Etiquetas de fila	Semestre	Estimado	
		Rendimiento MJCT	Costo Formula (\$/tmh)
Mayor altura de banco (m)	2016-2	3.75	2.80
	2017-1	4.75	2.69
	2017-2	7.50	2.39

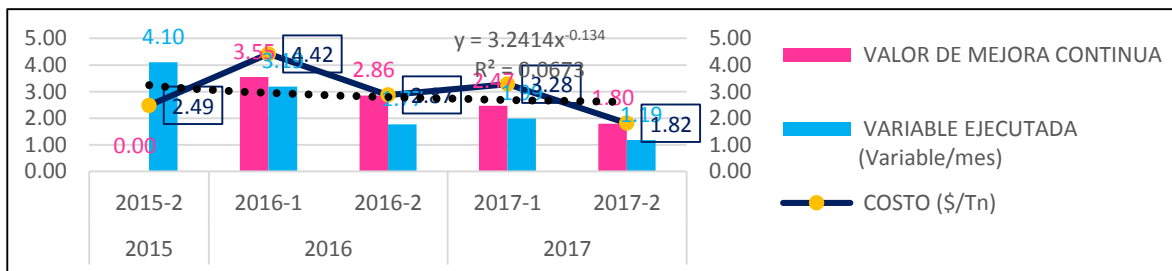
Ejecutado		Cumplimiento	
Rendimiento MJCT	Costo Real (\$/tmh)	Rendimiento MJCT	Costo (\$/tmh)
3.57	2.87	95%	103%
4.64	3.28	98%	122%
7.50	1.82	100%	76%



Proceso de mejora continua 4: Menor K m perforados/mes

Etiquetas de fila	Semestre	Estimado	
		Rendimiento MJCT	Costo Formula (\$/tmh)
Menor m perf proporcional a Tn (Kmpenf/mes)	2016-2	2.86	2.80
	2017-1	2.47	2.69
	2017-2	1.80	2.56

Ejecutado		Cumplimiento	
Rendimiento MJCT	Costo Real (\$/tmh)	Rendimiento MJCT	Costo (\$/tmh)
1.77	2.87	62%	103%
1.99	3.28	81%	122%
1.19	1.82	66%	71%



A continuación presentamos los 5 indicadores de sustento de la presente investigación:

Estimado				
Etiquetas de fila	Semestre	Costo Formula (\$/tmh)	Produccion	Ahorro (Dif x Tn MJCT)
Perforacion	Resultado Diag Sit	3.03	340,200	88,717
	Resultado MJCT	2.70	268,440	

Ejecutado		
Costo Real (\$/tmh)	Produccion	Ahorro (Dif x Tn MJCT)
3.81	139,465	246,549
2.89	267,752	
Cumplimiento		
Rendimiento MJCT	Costo (\$/tmh)	Ahorro (Dif x Tn MJCT)
		278%
92%	107%	

- ✓ Desviación estándar típica = 0.82 \$/tmh
- ✓ Tasa de aprendizaje: 91 %
- ✓ Cumplimiento de parámetros de productividad de MJCT=92%
- ✓ Confiabilidad del modelo matemático = 107%
- ✓ Influencia del Proceso de mejora continua en el Beneficio Económico = 278%

2120 - Voladura

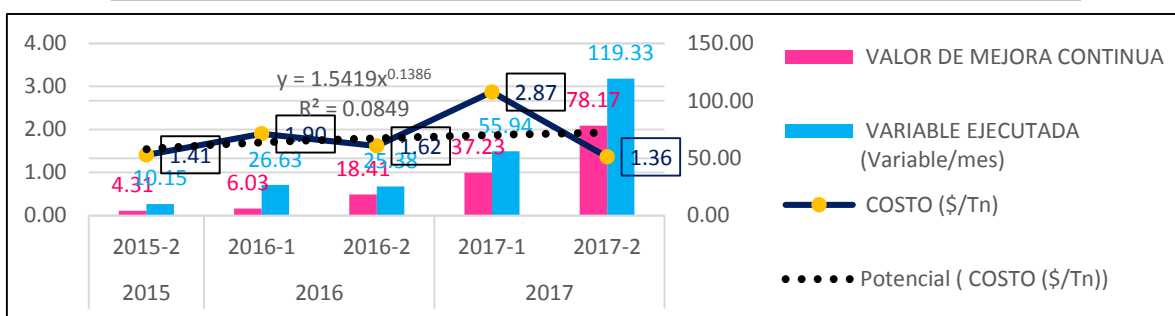
Etiquetas de fila	Variable principa		Variable de mejora continua	Mejor Si	Costo
Voladura					
Menor Densidad de carga por taladro (kg/tal)	Kg explosivo		kg explos/tal	baja	baja
Menor Kg explosivo proporcional a Tn min (Kkg/mes)	Kg explosivo		Kkg/mes	baja	baja
Etiquetas de fila	Semestre	Periodo	Formula Curva Aprendizaje	Factor m	Formula Costo Estimado (Ce _[i(x)])
Voladura	Resultado Diag Sit				
	Resultado MJCT	x	h=1.5419; s=0.1386	m=(ln(x)*(s))+ln(h)	Ce _[i(x)] =e ^{-m} +(Ce _[i(x-1)] -e ^{-m})*(-+MJCT _[i(x-1)] -MJCT _[i(x)])
Menor Densidad de carga por taladro (kg/tal)	2016-2	3	y=1.5419(x) ^{0.1386}	0.66	1.93
	2017-1	4			
	2017-2	5			
Menor Kg explosivo proporcional a Tn min (Kkg/mes)	2016-2	3			1.81
	2017-1	4			
	2017-2	5			

A continuación presentamos los 2 Procesos de Mejora Continua de esta actividad:

Proceso de mejora continua 1: Menor densidad de carga por taladro

Etiquetas de fila	Semestre	Estimado	
		Rendimiento MJCT	Costo Formula (\$/tmh)
Mayor Densidad de carga por taladro (kg/tal)	2016-2	18.41	1.80
	2017-1	37.23	1.87
	2017-2	78.17	1.95

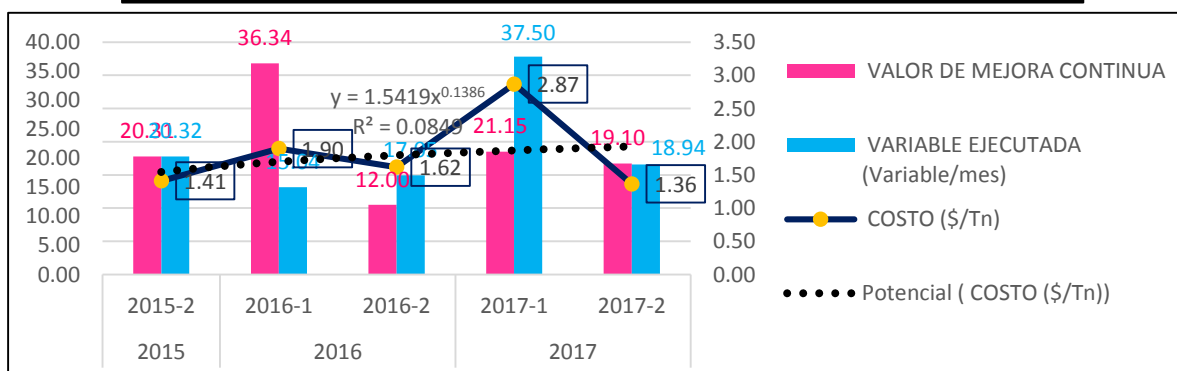
Ejecutado		Cumplimiento	
Rendimiento MJCT	Costo Real (\$/tmh)	Rendimiento MJCT	Costo (\$/tmh)
25.38	1.62	138%	90%
55.94	2.87	150%	154%
119.33	1.36	153%	70%



Proceso de mejora continua 2: Menor kg de explosivo proporcional a Tn

Etiquetas de fila	Semestre	Estimado	
		Rendimiento MJCT	Costo Formula (\$/tmh)
Menor Kg explosivo proporcional a Tn (KKg/mes)	2016-2	12.00	1.80
	2017-1	21.15	1.87
	2017-2	19.10	1.81

Ejecutado		Cumplimiento	
Rendimiento MJCT	Costo Real (\$/tmh)	Rendimiento MJCT	Costo (\$/tmh)
17.05	1.62	142%	90%
37.50	2.87	177%	154%
18.94	1.36	99%	76%



A continuación presentamos los 5 indicadores de sustento de la presente investigación:

Estimado				
Etiquetas de fila	Semestre	Costo Formula (\$/tmh)	Produccion	Ahorro (Dif x Tn MJCT)
Voladura	Resultado Diag Sit	1.66	340,200	-48,297
	Resultado MJCT	1.84	268,440	

Ejecutado		
Costo Real (\$/tmh)	Produccion	Ahorro (Dif x Tn MJCT)
1.74	139,465	-106,603
2.14	267,752	

Cumplimiento		
Rendimiento MJCT	Costo (\$/tmh)	Ahorro (Dif x Tn MJCT)
		218%
123%	116%	

- ✓ Desviación estándar típica = 0.52 \$/tmh
- ✓ Tasa de aprendizaje: 110%
- ✓ Cumplimiento de parámetros de productividad de MJCT=123%
- ✓ Confiabilidad del modelo matemático = 116%
- ✓ Influencia del Proceso de mejora continua en el Beneficio Económico = 218%

2140 - Transporte de Mineral a Cancha

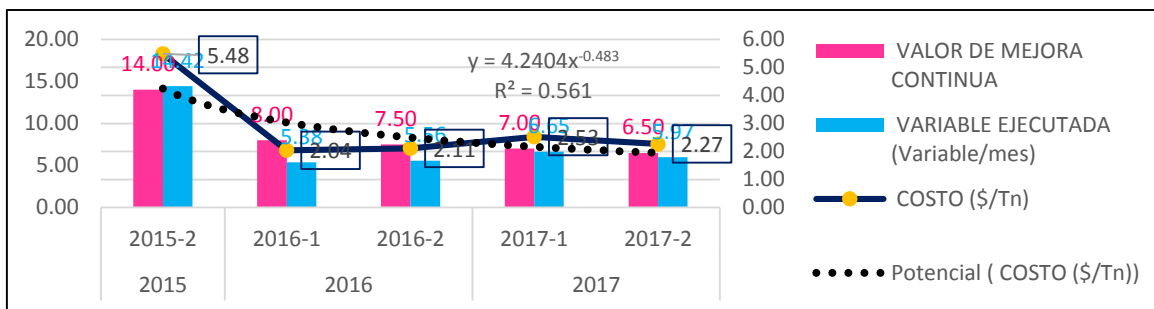
Etiquetas de fila	Variable principal	Variable de mejora continua	Mejor Si	Costo
Transporte de Mineral a Planta Concentradora				
Menor longitud de transporte	km	km	baja	baja
Mayor productividad de transporte	km	tn/hr	sube	baja

Etiquetas de fila	Semestre	Periodo	Formula Curva Aprendizaje	Factor m	Formula Costo Estimado ($C_{e(i=x)}$)
Transporte de Mineral a Planta Concentradora	Resultado Diag Sit		$h=4.2404$; $s=-0.483$	$m=(\ln(x)*(s))+\ln(h)$	$C_{e(i=x)}=e^m+(C_{e(i=x-1)}-e^m)*(-+MJCT_{(i=x-1)}+MJCT_{(i=x)})$
	Resultado MJCT	x			
Menor longitud de transporte (km)	2016-2	3	$y=4.2404(x)^{-0.483}$	0.67	1.84
	2017-1	4			
	2017-2	5			
Mayor productividad de transporte (tn/hr)	2016-2	3			1.94
	2017-1	4			
	2017-2	5			

Proceso de mejora continua 1: Menor longitud de transporte

Etiquetas de fila	Semestre	Estimado	
		Rendimiento MJCT	Costo Formula (\$/tmh)
Menor longitud de transporte (km)	2016-2	7.50	2.49
	2017-1	7.00	2.17
	2017-2	6.50	1.84

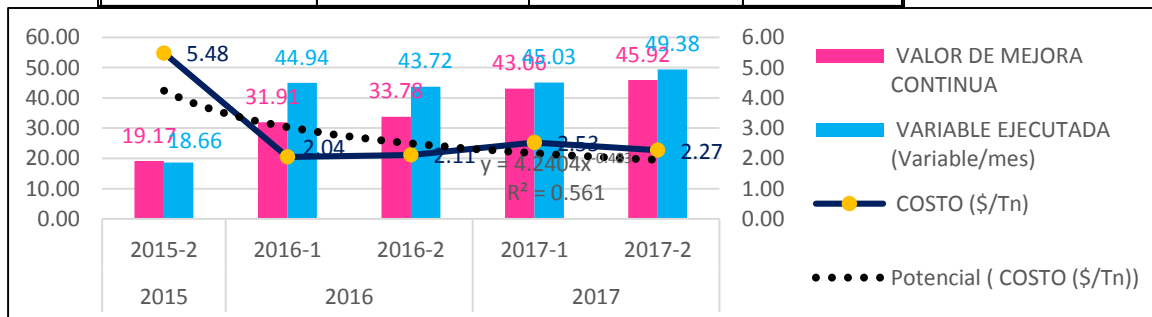
Ejecutado		Cumplimiento	
Rendimiento MJCT	Costo Real (\$/tmh)	Rendimiento MJCT	Costo (\$/tmh)
5.56	2.11	74%	85%
6.65	2.53	95%	116%
5.97	2.27	92%	123%



Proceso de mejora continua 2: Mayor productividad Tn/hr de transporte

Etiquetas de fila	Semestre	Estimado	
		Rendimiento MJCT	Costo Formula (\$/tmh)
Mayor productividad de transporte (tn/hr)	2016-2	33.78	2.49
	2017-1	43.06	2.17
	2017-2	45.92	1.94

Ejecutado		Cumplimiento	
Rendimiento MJCT	Costo Real (\$/tmh)	Rendimiento MJCT	Costo (\$/tmh)
43.72	2.11	129%	85%
45.03	2.53	105%	116%
49.38	2.27	108%	117%



A continuación presentamos los 5 indicadores de sustento de la Influencia en el Beneficio Económico de la aplicación del proceso de mejora continua:

Etiquetas de fila	Semestre	Estimado		
		Costo Formula (\$/tmh)	Produccion	Ahorro (Dif x Tn MJCT)
Transporte de Mineral a Planta Concentradora	Resultado Diag Sit	3.34	340,200	289,112
	Resultado MJCT	2.26	268,440	

Ejecutado		
Costo Real (\$/tmh)	Produccion	Ahorro (Dif x Tn MJCT)
3.13	139,465	214,658
2.32	267,752	

Cumplimiento		
Rendimiento MJCT	Costo (\$/tmh)	Ahorro (Dif x Tn MJCT)
		74%
101%	103%	

- ✓ Desviación estándar típica = 0.76 \$/tmh
- ✓ Tasa de aprendizaje: 72%
- ✓ Cumplimiento de parámetros de productividad de MJCT=101%
- ✓ Confiabilidad del modelo matemático = 103%
- ✓ Influencia del proceso de mejora continua en el Beneficio Económico = 74%

2180 - Remoción de Desmorte (Desbroce)

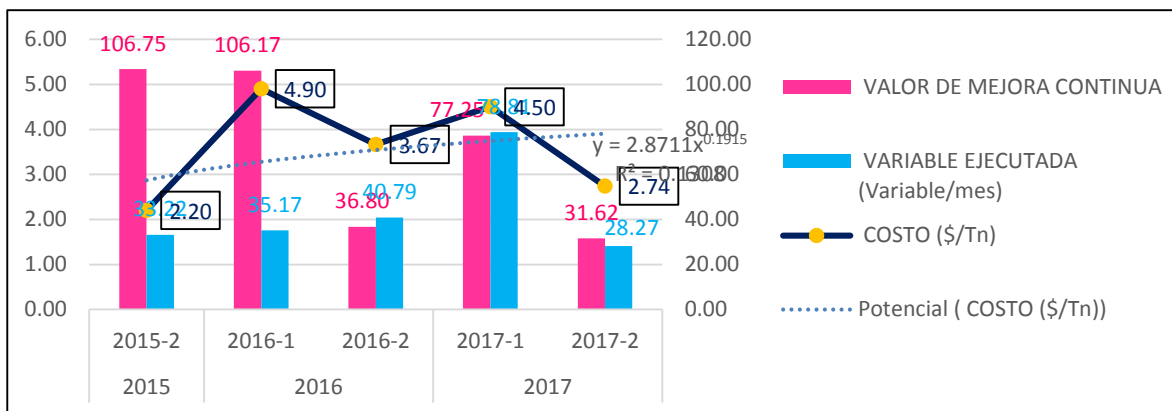
Etiquetas de fila	Variable principal	Variable de mejora continua	Mejor Si	Costo
Remosion de desmorte (Desbroce)				
Menor Tn de desmorte (Ktn desm/mes)	tn desm	Ktn desm/mes	baja	baja
Menor Stripping Ratio (tn desm/tn min)	tn desm	tn desm/tn min	baja	baja
Menor horas de equipo (Khr)	tn desm	Khr	baja	baja
Mayor Tn y ley (KgAu/mes)	tn desm	Kg Au/mes	sube	baja

Etiquetas de fila	Semestre	Periodo	Formula Curva Aprendizaje	Factor m	Formula Costo Estimado ($Ce_{(t=x)}$)
Remosion de desmorte (Desbroce)	Resultado Diag Sit				
	Resultado MJCT	x	$h=2.8711; s=0.1915$	$m=(\ln(x)*(s))+\ln(h)$	$Ce_{(t=x)}=e^m+(Ce_{(t=x-1)}-e^m)*(-+MJCT_{(t=x-1)}*MJCT_{(t=x)})$
Menor Tn de desmorte (Ktn desm/mes)	2016-2	3	$y=2.8711(x)^{0.1915}$	1.36	3.16
	2017-1	4			
	2017-2	5			
Menor Stripping Ratio (tn desm/tn min)	2016-2	3			3.50
	2017-1	4			
	2017-2	5			
Menor horas de equipo (Khr)	2016-2	3			3.58
	2017-1	4			
	2017-2	5			
Mayor Tn y ley (KgAu/mes)	2016-2	3			3.09
	2017-1	4			
	2017-2	5			

Proceso de mejora continua 1: Menor Tonelaje de desmonte

Etiquetas de fila	Semestre	Estimado	
		Rendimiento MJCT	Costo Formula (\$/tmh)
Menor Tn de desmonte (Ktn desm/mes)	2016-2	36.80	3.54
	2017-1	77.25	3.74
	2017-2	31.62	3.16

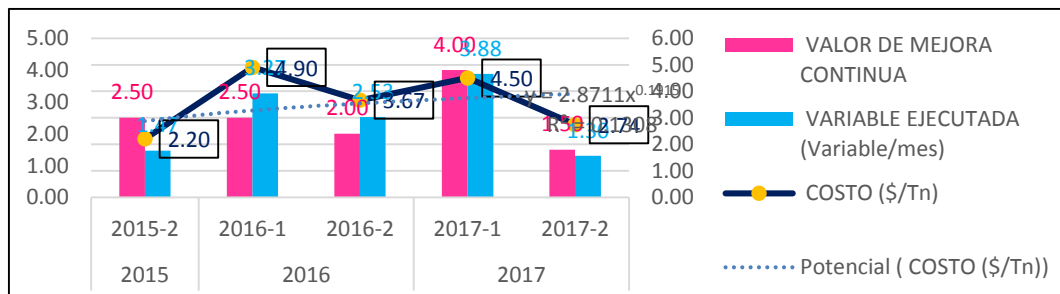
Ejecutado		Cumplimiento	
Rendimiento MJCT	Costo Real (\$/tmh)	Rendimiento MJCT	Costo (\$/tmh)
40.79	3.67	111%	103%
78.81	4.50	102%	120%
28.27	2.74	89%	87%



Proceso de mejora continua 2: Menor Stripping Ratio

Etiquetas de fila	Semestre	Estimado	
		Rendimiento MJCT	Costo Formula (\$/tmh)
Menor Stripping Ratio (tn desm/tn min)	2016-2	2.00	3.54
	2017-1	4.00	3.74
	2017-2	1.50	3.50

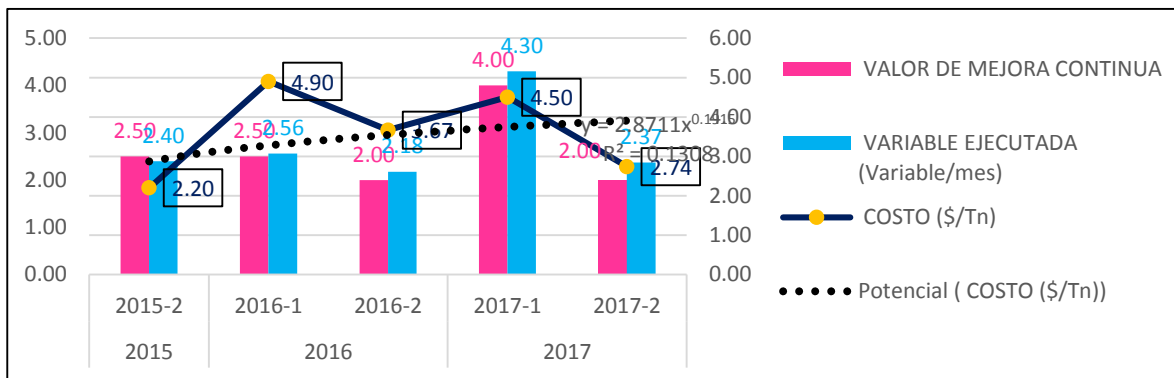
Ejecutado		Cumplimiento	
Rendimiento MJCT	Costo Real (\$/tmh)	Rendimiento MJCT	Costo (\$/tmh)
2.53	3.67	126%	103%
3.88	4.50	97%	120%
1.30	2.74	87%	78%



Proceso de mejora continua 3: Menor horas de equipo

Estimado			
Etiquetas de fila	Semestre	Rendimiento MJCT	Costo Formula (\$/tmh)
Menor horas de equipo (Khr)	2016-2	2.00	3.54
	2017-1	4.00	3.74
	2017-2	2.00	3.58

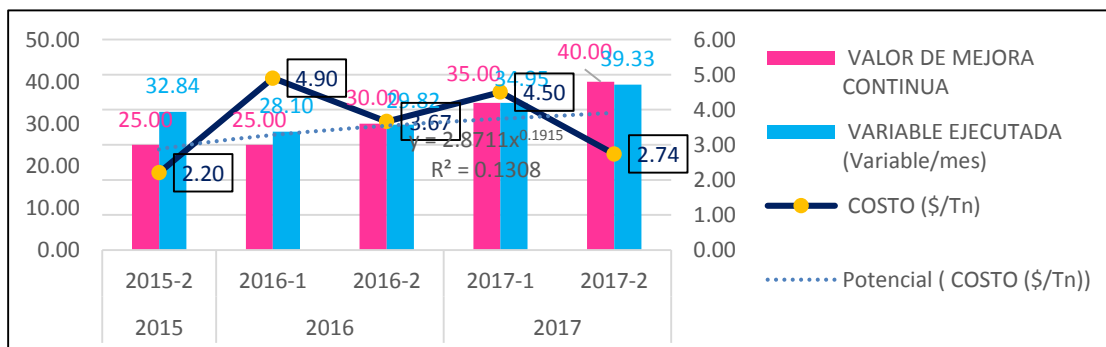
Ejecutado		Cumplimiento	
Rendimiento MJCT	Costo Real (\$/tmh)	Rendimiento MJCT	Costo (\$/tmh)
2.18	3.67	109%	103%
4.30	4.50	108%	120%
2.37	2.74	119%	76%



Proceso de mejora continua 4: Mayor valor de mineral (Tn x ley = kg de Au)

Estimado			
Etiquetas de fila	Semestre	Rendimiento MJCT	Costo Formula (\$/tmh)
Mayor Tn y ley (KgAu/mes)	2016-2	30.00	3.54
	2017-1	35.00	3.74
	2017-2	40.00	3.09

Ejecutado		Cumplimiento	
Rendimiento MJCT	Costo Real (\$/tmh)	Rendimiento MJCT	Costo (\$/tmh)
29.82	3.67	99%	103%
34.95	4.50	100%	120%
39.33	2.74	98%	89%



A continuación presentamos los 5 indicadores de sustento de la Influencia en el Beneficio Económico de la aplicación del proceso de mejora continua:

Estimado				
Etiquetas de fila	Semestre	Costo Formula (\$/tmh)	Produccion	Ahorro (D
Remosion de desmonte (Desbroce)	Resultado Diag Sit	3.18	340,200	-112,904
	Resultado MJCT	3.60	268,440	

Ejecutado		
Costo Real (\$/tmh)	Produccion	Ahorro (Dif x T
4.05	139,465	42,080
3.89	267,752	

Cumplimiento		
Rendimiento MJCT	Costo (\$/tmh)	Ahorro (D
		-37%
104%	108%	

- ✓ Desviación estándar típica = 0.99 \$/tmh
- ✓ Tasa de aprendizaje: 114%
- ✓ Cumplimiento de parámetro productividad de MJCT=104%
- ✓ Confiabilidad del modelo matemático = 108%
- ✓ Influencia del proceso de mejora continua en el Beneficio Económico = -37%

2190 - Desarrollo de Accesos

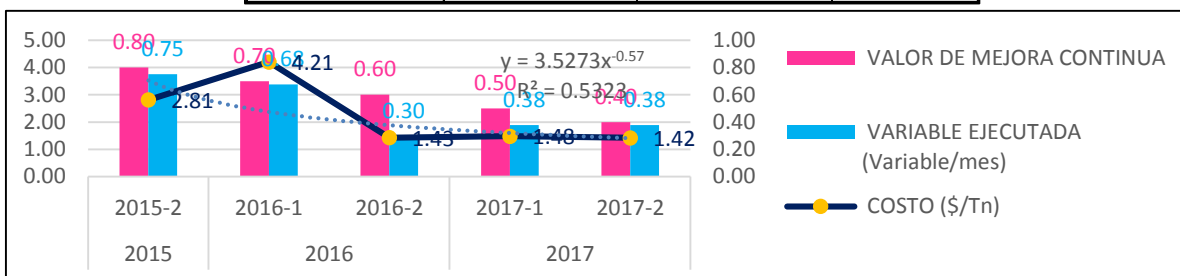
Etiquetas de fila	Variable principal	Variable de mejora continua	Mejor Si	Costo
Desarrollo de accesos				
Menor horas de equipo (Khr/mes)	hr	Khr/mes	baja	baja

Etiquetas de fila	Semestre	Periodo	Formula Curva Aprendizaje	Factor m	Formula Costo Estimado ($Ce_{[i=x]}$)
Desarrollo de accesos	Resultado Diag Sit	x	h=3.5273; s=-0.57	m=(ln(x)*(s))+ln(h)	$Ce_{[i=x]}=e^m+(Ce_{[i=x-1]}-e^m)*(-+MJC_{[i=x-1]}+MJC_{[i=x]})$
	Resultado MJCT				
Menor horas de equipo (Khr/mes)	2016-2	3	$y=3.5273(x)^{-0.57}$	0.34	1.39
	2017-1	4			
	2017-2	5			

Proceso de mejora continua 1: Menor horas de equipos en ejecución y/o mantenimiento de accesos

Etiquetas de fila	Semestre	Estimado	
		Rendimiento MJCT	Costo Formula (\$/tmh)
Menor horas de equipo (Khr/mes)	2016-2	0.60	1.89
	2017-1	0.50	1.60
	2017-2	0.40	1.39

Ejecutado		Cumplimiento	
Rendimiento MJCT	Costo Real (\$/tmh)	Rendimiento MJCT	Costo (\$/tmh)
0.30	1.43	49%	76%
0.38	1.48	76%	93%
0.38	1.42	94%	102%



A continuación presentamos los 5 indicadores de sustento de la Influencia de la aplicación del proceso de mejora continua:

Etiquetas de fila	Semestre	Estimado		
		Costo Formula (\$/tmh)	Produccion	Ahorro (D)
Desarrollo de accesos	Resultado Diag Sit	2.67	340,200	263,133
	Resultado MJCT	1.68	268,440	

Ejecutado		
Costo Real (\$/tmh)	Produccion	Ahorro (Dif x T)
3.77	139,465	620,376
1.45	267,752	

Cumplimiento		
Rendimiento MJCT	Costo (\$/tmh)	Ahorro (D)
		236%
73%	86%	

- ✓ Desviación estándar típica = 0.90 \$/tmh
- ✓ Tasa de aprendizaje: 67%
- ✓ Cumplimiento de parámetro de productividad de MJCT=73%
- ✓ Confiabilidad del modelo matemático = 86%
- ✓ Influencia del proceso de mejora continua en el Beneficio Económico = 236%

MINADO SUBTERRANEO

El minado subterráneo se realiza por 2 métodos: Cámaras y Pilares y Minado por subniveles con Taladros Largos.

2210 - Avances en Desarrollo

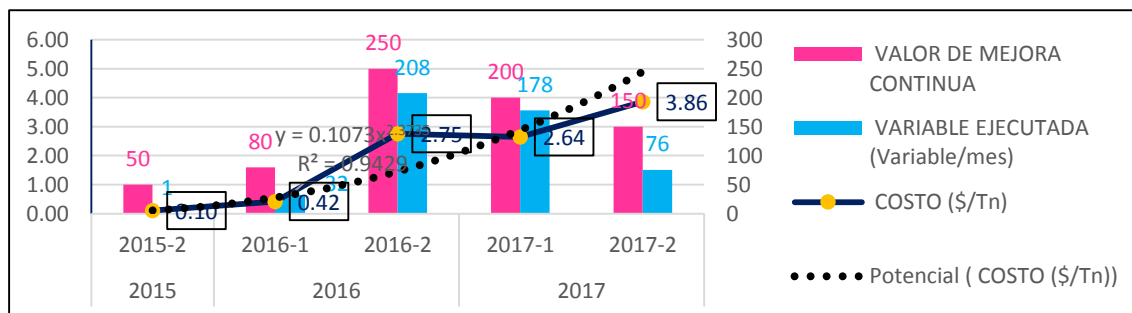
Etiquetas de fila	Variable principal	Variable de mejora continua	Mejor Si	Costo
Avances en desarrollo				
Menor ml avance en desarrollo (ml desarr/mes)	ml desarr	ml desarr/mes	baja	baja
Menor horas de equipo (hr/mes)	ml desarr	hr	baja	baja
Mayor seccion de desarrollo (m2)	ml desarr	m2	sube	baja
Menor Factor de carga (kg/m)	ml desarr	Kg/m	baja	baja

Etiquetas de fila	Semestre	Periodo	Formula Curva Aprendizaje	Factor m	Formula Costo Estimado (Ce _(t=x))
Avances en desarrollo	Resultado Diag Sit				
	Resultado MJCT	x	h=0.1073; s=2.3735	m=(ln(x)*(s))+ln(h)	Ce _(t=x) =e ^m *(Ce _(t=x-1) -e ^m)*(-+MJC _(t=x-1) +MJC _(t=x))
Menor ml avance en desarrollo (ml desarr/mes)	2016-2	3	y=0.1073(x) ^{2.3735}	1.59	
	2017-1	4			
	2017-2	5			4.79
Menor horas de equipo (hr/mes)	2016-2	3			
	2017-1	4			
	2017-2	5			4.69
Mayor seccion de desarrollo (m2)	2016-2	3			
	2017-1	4			
	2017-2	5			4.92
Menor Factor de carga (kg/m)	2016-2	3			
	2017-1	4			
	2017-2	5			4.99

Proceso de mejora continua 1: Menor ml avance en desarrollo

Ejecutado		Cumplimiento	
Rendimiento MJCT	Costo Real (\$/tmh)	Rendimiento MJCT	Costo (\$/tmh)
207.68	2.75	83%	189%
178.12	2.64	89%	92%
75.60	3.86	50%	81%

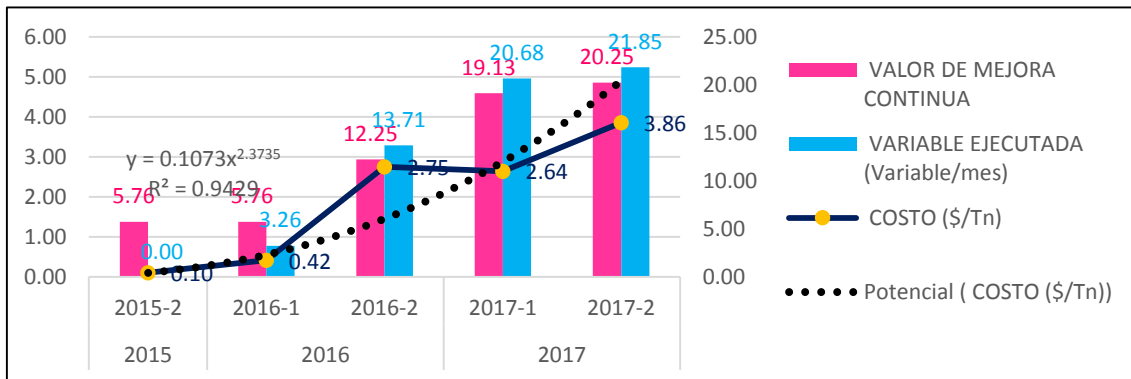
Estimado			
Etiquetas de fila	Semestre	Rendimiento MJCT	Costo Formula (\$/tmh)
Menor ml avance en desarrollo (ml desarr/mes)	2016-2	250.00	1.46
	2017-1	200.00	2.88
	2017-2	150.00	4.79



Proceso de mejora continua 2: Menor horas de equipo

Etiquetas de fila	Semestre	Estimado	
		Rendimiento MJCT	Costo Formula (\$/tmh)
Menor horas de equipo (hr/mes)	2016-2	500.00	1.46
	2017-1	400.00	2.88
	2017-2	300.00	4.69

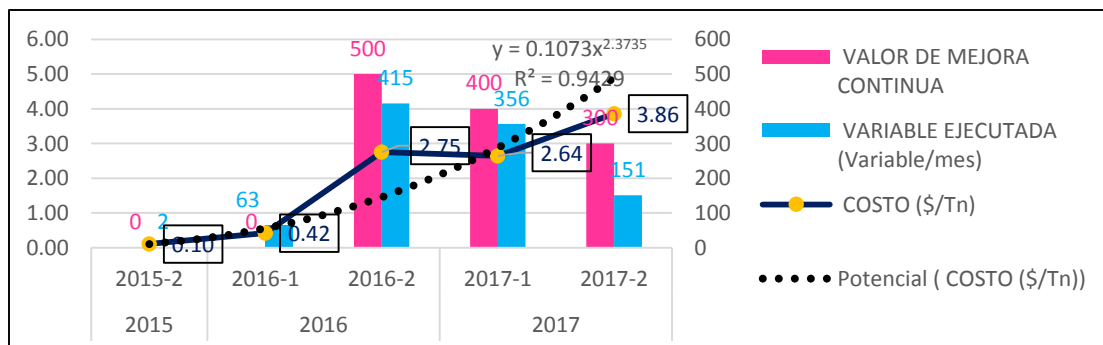
Ejecutado		Cumplimiento	
Rendimiento MJCT	Costo Real (\$/tmh)	Rendimiento MJCT	Costo (\$/tmh)
415.37	2.75	83%	189%
356.23	2.64	89%	92%
151.20	3.86	50%	82%



Proceso de mejora continua 3: Mayor sección de desarrollo

Etiquetas de fila	Semestre	Estimado	
		Rendimiento MJCT	Costo Formula (\$/tmh)
Mayor seccion de desarrollo (m2)	2016-2	12.25	1.46
	2017-1	19.13	2.88
	2017-2	20.25	4.92

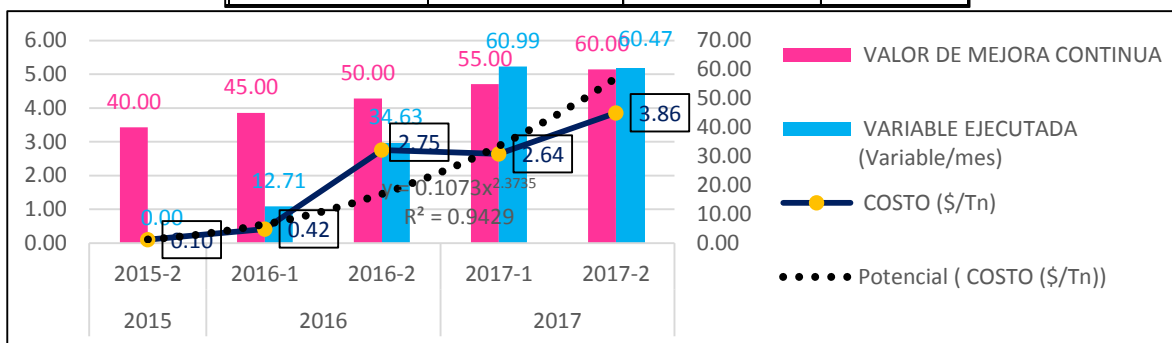
Ejecutado		Cumplimiento	
Rendimiento MJCT	Costo Real (\$/tmh)	Rendimiento MJCT	Costo (\$/tmh)
13.71	2.75	112%	189%
20.68	2.64	108%	92%
21.85	3.86	108%	79%



Proceso de mejora continua 4: Menor F. de carga

Estimado			
Etiquetas de fila	Semestre	Rendimiento MJCT	Costo Formula (\$/tmh)
Menor Factor de carga (kg/m)	2016-2	50.00	1.46
	2017-1	55.00	2.88
	2017-2	60.00	4.99

Ejecutado		Cumplimiento	
Rendimiento MJCT	Costo Real (\$/tmh)	Rendimiento MJCT	Costo (\$/tmh)
34.63	2.75	69%	189%
60.99	2.64	111%	92%
60.47	3.86	101%	77%



A continuación presentamos los 5 indicadores de sustento de la Influencia de la aplicación de del proceso de mejora continua:

Estimado				
Etiquetas de fila	Semestre	Costo Formula (\$/tmh)	Produccion	Ahorro (Dif)
Avances en desarrollo	Resultado Diag Sit	0.47	90,800	-1,029,325
	Resultado MJCT	2.53	500,160	

Ejecutado		
Costo Real (\$/tmh)	Produccion	Ahorro (Dif x T)
0.39	93,372	-1,138,496
2.87	460,323	

Cumplimiento		
Rendimiento MJCT	Costo (\$/tmh)	Ahorro (Dif x T)
		111%
88%	113%	

- ✓ Desviación estándar típica = 0.75 \$/tmh
- ✓ Tasa de aprendizaje: 518%
- ✓ Cumplimiento de productividad de MJCT=88%
- ✓ Confiabilidad del modelo matemático = 113%
- ✓ Influencia del proceso de mejora continua en el Beneficio Económico = 111%

2310 - Avances en Preparación

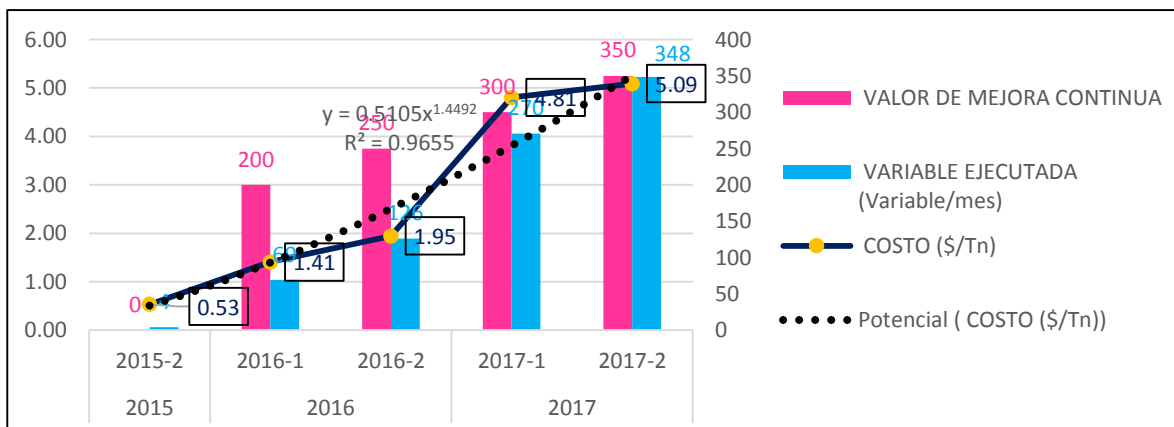
Avances en preparacion				
Menor ml avance en preparacion (ml prep/mes)	ml preparar	ml preparar/mes	baja	baja
Menor horas de equipo (hr/mes)	ml preparar	hr/mes	baja	baja
Mayor seccion de preparacion (m2)	ml preparar	m2	sube	baja
Menor Factor de carga (kg/m)	ml preparar	Kg/m	baja	baja

Etiquetas de fila	Semestre	Periodo	Formula Curva Aprendizaje	Factor m	Formula Costo Estimado ($Ce_{(ix)}$)
Avances en preparacion	Resultado Diag Sit				
	Resultado MJCT	x	$h=0.5105; s=1.4492$	$m=(\ln(x)*(s))+\ln(h)$	$Ce_{(ix)}=e^m+(Ce_{(ix-1)}-e^m)*(-+MJC_{(ix-1)}+MJC_{(ix)})$
Menor ml avance en preparacion (ml prep/mes)	2016-2	3	$y=0.5105(x)^{1.4492}$	1.66	5.33
	2017-1	4			
	2017-2	5			
Menor horas de equipo (hr/mes)	2016-2	3			5.11
	2017-1	4			
	2017-2	5			
Mayor seccion de preparacion (m2)	2016-2	3			5.26
	2017-1	4			
	2017-2	5			
Menor Factor de carga (kg/m)	2016-2	3			5.33
	2017-1	4			
	2017-2	5			

Proceso de mejora continua 1: Menor ml en preparación

Etiquetas de fila	Semestre	Estimado	
		Rendimiento MJCT	Costo Formula (\$/tmh)
Menor ml avance en preparacion (ml prep/mes)	2016-2	250.00	2.51
	2017-1	300.00	3.81
	2017-2	350.00	5.33

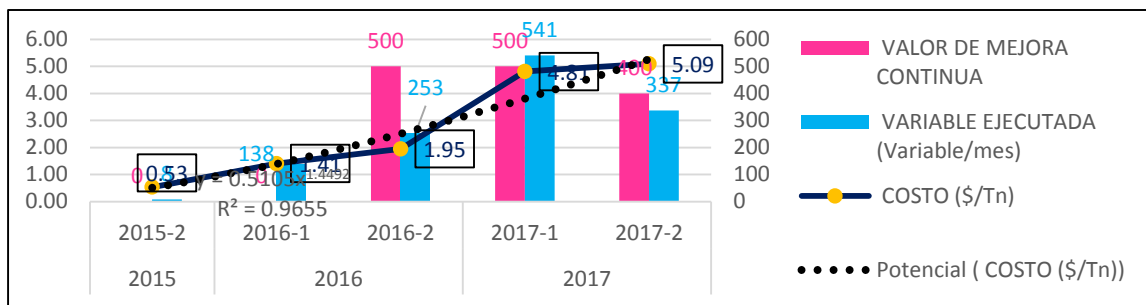
Ejecutado		Cumplimiento	
Rendimiento MJCT	Costo Real (\$/tmh)	Rendimiento MJCT	Costo (\$/tmh)
126.27	1.95	51%	78%
270.38	4.81	90%	126%
348.30	5.09	100%	95%



Proceso de mejora continua 2: Menor horas de equipo

Etiquetas de fila	Semestre	Rendimiento MJCT	Costo Formula (\$/tmh)
Menor horas de equipo (hr/mes)	2016-2	500.00	2.51
	2017-1	500.00	3.81
	2017-2	400.00	5.11

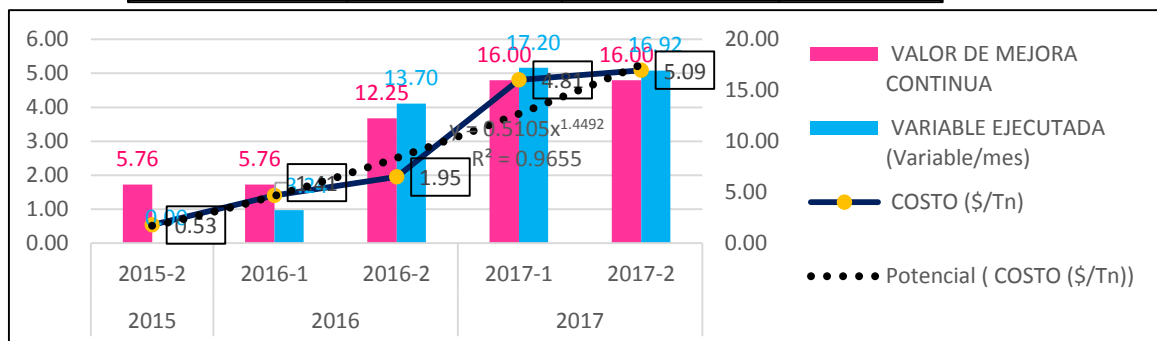
Rendimiento MJCT	Costo Real (\$/tmh)	Rendimiento MJCT	Costo (\$/tmh)
252.53	1.95	51%	78%
540.77	4.81	108%	126%
336.60	5.09	84%	100%



Proceso de mejora continua 3: Mayor sección de preparación

Etiquetas de fila	Semestre	Estimado	
		Rendimiento MJCT	Costo Formula (\$/tmh)
Mayor seccion de preparacion (m2)	2016-2	12.25	2.51
	2017-1	16.00	3.81
	2017-2	16.00	5.26

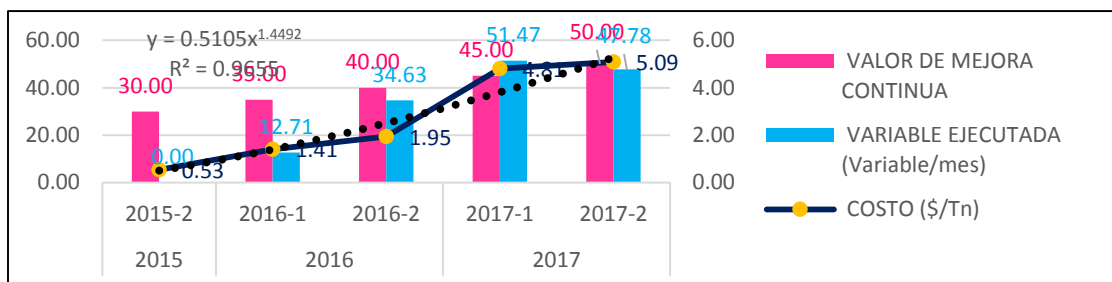
Ejecutado		Cumplimiento	
Rendimiento MJCT	Costo Real (\$/tmh)	Rendimiento MJCT	Costo (\$/tmh)
13.70	1.95	112%	78%
17.20	4.81	108%	126%
16.92	5.09	106%	97%



Proceso de mejora continua 4: Menor Factor de carga

Estimado			
Etiquetas de fila	Semestre	Rendimiento MJCT	Costo Formula (\$/tmh)
Menor Factor de carga (kg/m)	2016-2	40.00	2.51
	2017-1	45.00	3.81
	2017-2	50.00	5.33

Ejecutado		Cumplimiento	
Rendimiento MJCT	Costo Real (\$/tmh)	Rendimiento MJCT	Costo (\$/tmh)
34.63	1.95	87%	78%
51.47	4.81	114%	126%
47.78	5.09	96%	95%



A continuación presentamos los 5 indicadores de sustento de la Influencia en el Beneficio Económico de la aplicación del proceso de mejora continua:

Estimado				
Etiquetas de fila	Semestre	Costo Formula (\$/tmh)	Produccion	Ahorro (Dif
Avances en preparacion	Resultado Diag Sit	1.22	90,800	-1,108,538
	Resultado MJCT	3.44	500,160	

Ejecutado		
Costo Real (\$/tmh)	Produccion	Ahorro (Dif x T
1.33	93,372	-1,055,655
3.63	460,323	

Cumplimiento		
Rendimiento MJCT	Costo (\$/tmh)	Ahorro (
		95%
92%	106%	

- ✓ Desviación estándar típica = 0.51 \$/tmh
- ✓ Tasa de aprendizaje: 273%
- ✓ Cumplimiento de parámetro de productividad de MJCT=92%
- ✓ Confiabilidad del modelo matemático = 106%
- ✓ Influencia del proceso de mejora continua en el Beneficio Económico = 95%

1.1.1.1. 2410 – Tajeo

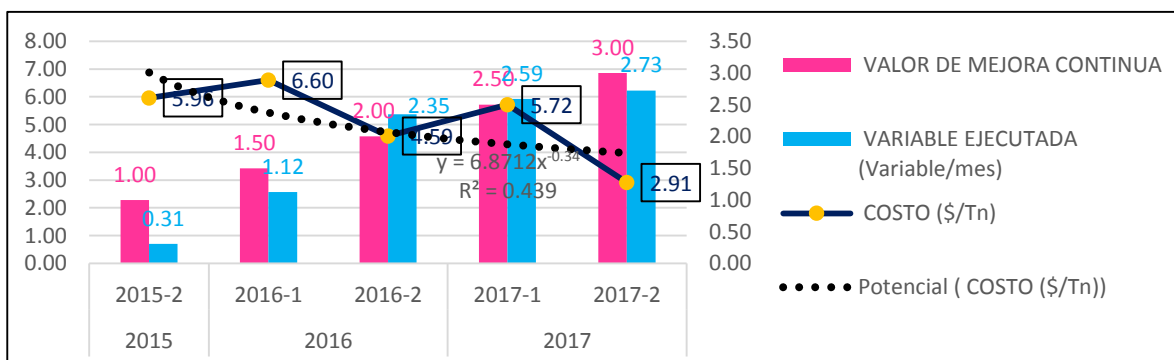
Tajeo				
Mayor horas de equipo (Khr/mes)	% tn desm	Khr/mes	sube	baja
Menor Tn rotura proporcional a Tn min (Ktn rot/mes)	% tn desm	tn rotura/mes	baja	baja
Menor Dilucion (tn desm/tn min)	% tn desm	tn desm/tn min	baja	baja
Menor Factor de potencia (kg/tn)	% tn desm	Kg/tn	baja	baja
Mayor Tn y ley (Kg Au/mes)	% tn desm	Kg Au/mes	sube	baja

Tajeo	Resultado Diag Sit				
	Resultado MJCT	x	h=6.8712; s=-0.34	m=(ln(x)*(s))+ln(h)	$Ce_{(i=x)} = e^m + (Ce_{(i=x-1)} - e^m) * (-+MJC_{(i=x-1)} + MJC_{(i=x)})$
Mayor horas de equipo (Khr/mes)	2016-2	3	$y = 6.8712(x)^{-0.34}$	1.38	4.13
	2017-1	4			
	2017-2	5			
Menor Tn rotura proporcional a Tn min (Ktn rot/mes)	2016-2	3			3.91
	2017-1	4			
	2017-2	5			
Menor Dilucion (tn desm/tn min)	2016-2	3			3.66
	2017-1	4			
	2017-2	5			
Menor Factor de potencia (kg/tn)	2016-2	3			3.91
	2017-1	4			
	2017-2	5			
Mayor Tn y ley (Kg Au/mes)	2016-2	3			3.82
	2017-1	4			
	2017-2	5			

Proceso de mejora continua 1: Mayor horas de equipo

Etiquetas de fila	Semestre	Estimado	
		Rendimiento MJCT	Costo Formula (\$/tmh)
Mayor horas de equipo (Khr/mes)	2016-2	2.00	4.73
	2017-1	2.50	4.29
	2017-2	3.00	4.13

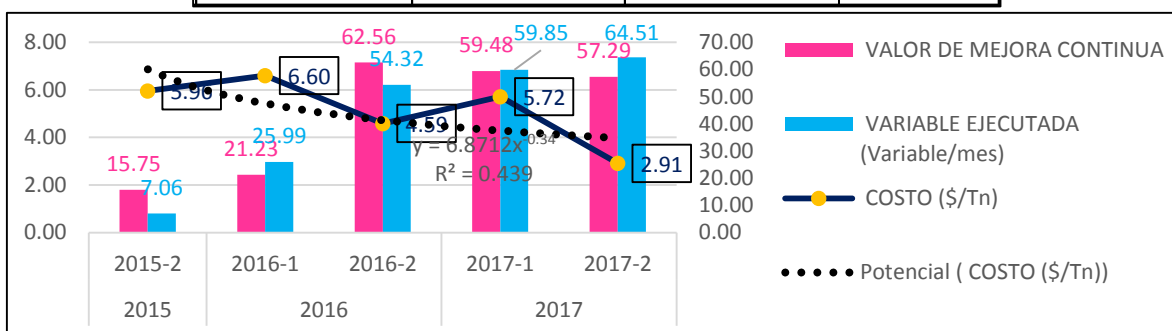
Ejecutado		Cumplimiento	
Rendimiento MJCT	Costo Real (\$/tmh)	Rendimiento MJCT	Costo (\$/tmh)
2.35	4.59	118%	97%
2.59	5.72	104%	133%
2.73	2.91	91%	70%



Proceso de mejora continua 2: Menor Tn rotura
proporcional a Tn min

Etiquetas de fila	Semestre	Estimado	
		Rendimiento MJCT	Costo Formula (\$/tmh)
Menor Tn rotura proporcional a Tn min (Ktn rot/mes)	2016-2	62.56	4.73
	2017-1	59.48	4.29
	2017-2	57.29	3.91

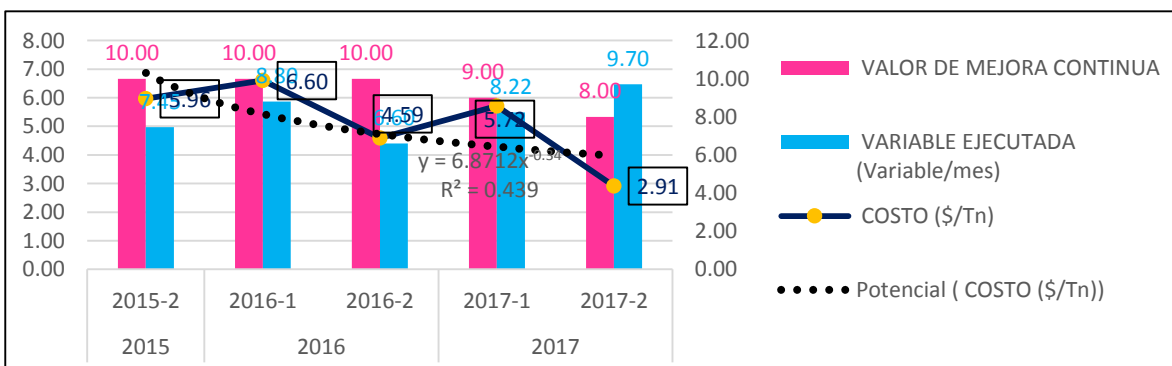
Ejecutado		Cumplimiento	
Rendimiento MJCT	Costo Real (\$/tmh)	Rendimiento MJCT	Costo (\$/tmh)
54.32	4.59	87%	97%
59.85	5.72	101%	133%
64.51	2.91	113%	75%



Proceso de mejora continua 3: Menor dilución

Etiquetas de fila	Semestre	Estimado	
		Rendimiento MJCT	Costo Formula (\$/tmh)
Menor Dilucion (tn desm/tn min)	2016-2	10.00	4.73
	2017-1	9.00	4.29
	2017-2	8.00	3.66

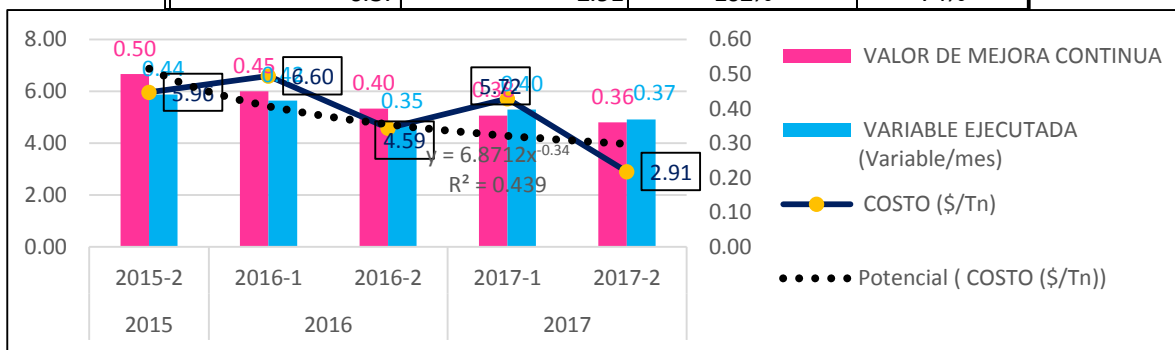
Ejecutado		Cumplimiento	
Rendimiento MJCT	Costo Real (\$/tmh)	Rendimiento MJCT	Costo (\$/tmh)
6.60	4.59	66%	97%
8.22	5.72	91%	133%
9.70	2.91	121%	79%



Proceso de mejora continua 4: Menor F. de potencia

Estimado			
Etiquetas de fila	Semestre	Rendimiento MJCT	Costo Formula (\$/tmh)
Menor Factor de potencia (kg/tn)	2016-2	0.40	4.73
	2017-1	0.38	4.29
	2017-2	0.36	3.91

Ejecutado		Cumplimiento	
Rendimiento MJCT	Costo Real (\$/tmh)	Rendimiento MJCT	Costo (\$/tmh)
0.35	4.59	87%	97%
0.40	5.72	105%	133%
0.37	2.91	102%	74%

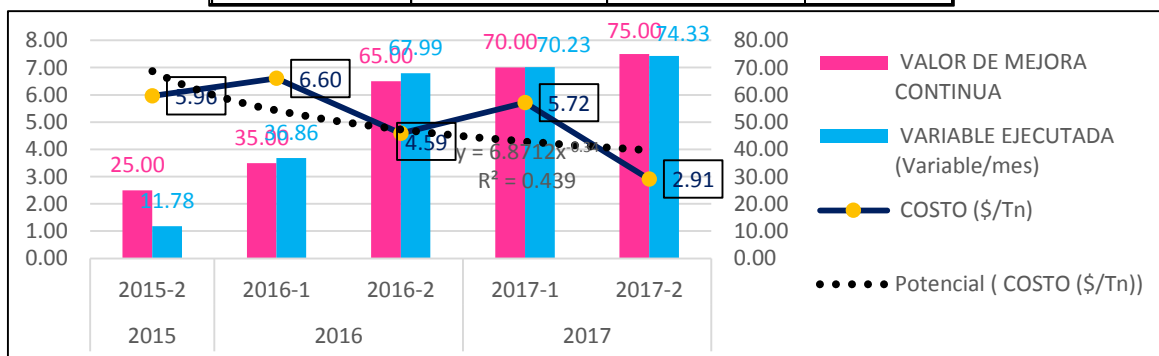


Proceso de mejora continua 5: Mayor valor de mineral Kg

Au/mes

Estimado			
Etiquetas de fila	Semestre	Rendimiento MJCT	Costo Formula (\$/tmh)
Mayor Tn y ley (Kg Au/mes)	2016-2	65.00	4.73
	2017-1	70.00	4.29
	2017-2	75.00	3.82

Ejecutado		Cumplimiento	
Rendimiento MJCT	Costo Real (\$/tmh)	Rendimiento MJCT	Costo (\$/tmh)
67.99	4.59	105%	97%
70.23	5.72	100%	133%
74.33	2.91	99%	76%



A continuación presentamos los 5 indicadores de sustento de la Influencia en el Beneficio Económico de la aplicación del proceso de mejora continua:

Estimado				
Etiquetas de fila	Semestre	Costo Formula (\$/tmh)	Produccion	Ahorro (Dif
Tajeo	Resultado Diag Sit	5.71	90,800	643,736
	Resultado MJCT	4.43	500,160	

Ejecutado		
Costo Real (\$/tmh)	Produccion	Ahorro (Dif x T
6.55	93,372	790,247
4.83	460,323	

Cumplimiento		
Rendimiento MJCT	Costo (\$/tmh)	Ahorro (Dif x T
		123%
99%	109%	

- ✓ Desviación estándar típica = 1.03 \$/tmh
- ✓ Tasa de aprendizaje: 79%
- ✓ Cumplimiento de parámetros de productividad de MJCT=99%
- ✓ Confiabilidad del modelo matemático = 109%
- ✓ Influencia del proceso de mejora continua en el Beneficio Económico = 123%

2510 - Transporte de mineral Subterráneo a Planta

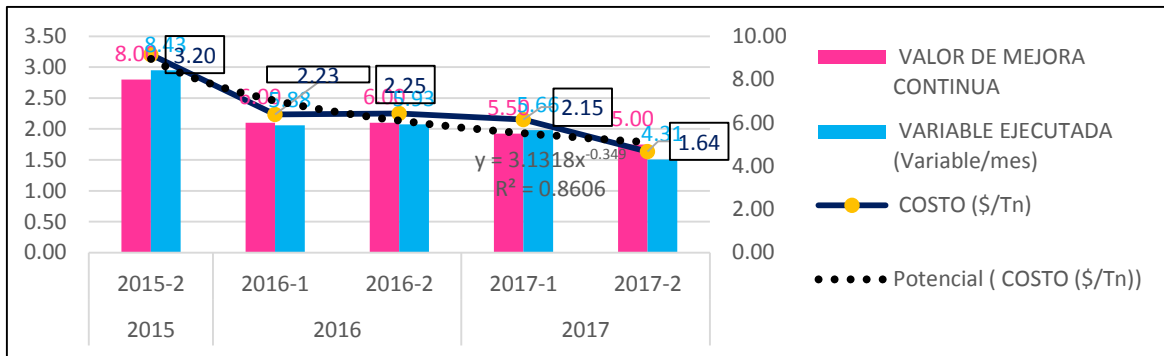
Etiquetas de fila	Variable principal	Variable de mejora	Mejor Si	Costo
Transporte de Mineral Subterraneo a Planta				
Menor longitud de transporte (km)	km	km	baja	baja
Mayor productividad de transporte (tn/hr)	km	tn/hr	sube	baja

Etiquetas de fila	Semestre	Periodo	Formula Curva Aprendizaje	Factor m	Formula Costo Estimado ($Ce_{[i=x]}$)
Transporte de Mineral Subterraneo a Planta	Resultado Diag Sit				
	Resultado MJCT	x	$h=3.1318; s=-0.349$	$m=(\ln(x)*(s))+\ln(h)$	$Ce_{[i=x]}=e^m+(Ce_{[i=x-1]}-e^m)*(-+MIC_{[i=x-1]}+MIC_{[i=x]})$
Menor longitud de transporte (km)	2016-2	3	$y=3.1318(x)^{-0.349}$	0.58	
	2017-1	4			
	2017-2	5			1.71
Mayor productividad de transporte (tn/hr)	2016-2	3			
	2017-1	4			
	2017-2	5			1.72

Proceso de mejora continua 1: Menor longitud de transporte

Estimado			
Etiquetas de fila	Semestre	Rendimiento MJCT	Costo Formula (\$/tmh)
Menor longitud de transporte (km)	2016-2	6.00	2.13
	2017-1	5.50	1.93
	2017-2	5.00	1.71

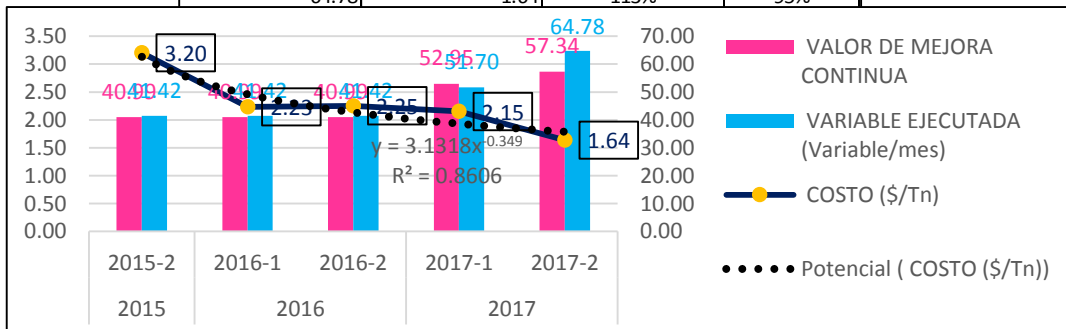
Ejecutado		Cumplimiento	
Rendimiento MJCT	Costo Real (\$/tmh)	Rendimiento MJCT	Costo (\$/tmh)
5.93	2.25	99%	106%
5.66	2.15	103%	111%
4.31	1.64	86%	96%



Proceso de mejora continua 2: Mayor productividad de transporte

Estimado			
Etiquetas de fila	Semestre	Rendimiento MJCT	Costo Formula (\$/tmh)
Mayor productividad de transporte (t)	2016-2	40.99	2.13
	2017-1	52.95	1.93
	2017-2	57.34	1.72

Ejecutado		Cumplimiento	
Rendimiento MJCT	Costo Real (\$/tmh)	Rendimiento MJCT	Costo (\$/tmh)
41.42	2.25	101%	106%
51.70	2.15	98%	111%
64.78	1.64	113%	95%



A continuación presentamos los 5 indicadores de sustento de la Influencia en el Beneficio Económico de la aplicación del proceso de mejora continua:

Etiquetas de fila	Semestre	Estimado		
		Costo Formula (\$/tmh)	Produccion	Ahorro (Dif x Tn MJCT)
Transporte de Mineral Subterraneo a Planta	Resultado Diag Sit	2.59	90,800	300,717
	Resultado MJCT	1.99	500,160	

Ejecutado		
Costo Real (\$/tmh)	Produccion	Ahorro (Dif x Tn MJCT)
2.32	93,372	90,091
2.12	460,323	

Cumplimiento		
Rendimiento MJCT	Costo (\$/tmh)	Ahorro (Dif x Tn MJCT)
		30%
100%	106%	

- ✓ Desviación estándar típica = 0.17 \$/tmh
- ✓ Tasa de aprendizaje: 79%
- ✓ Cumplimiento de parámetros de productividad de MJCT=100%
- ✓ Confiabilidad del modelo matemático = 106%
- ✓ Influencia del proceso de mejora continua en el Beneficio Económico = 30%

2530 - Acarreo y Carguío de Mineral

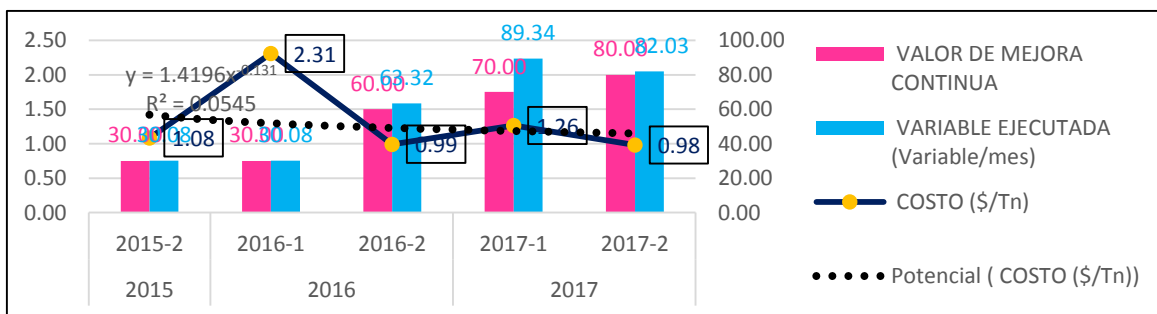
Etiquetas de fila	Variable principal	Variable de mejora continua	Mejor Si	Costo
Acarreo y Carguío de mineral				
Mayor productividad de scoop (tn/hr)	hr	tn/hr	sube	baja
Menor horas de equipo (hr)	hr	hr	baja	baja

Etiquetas de fila	Semestre	Periodo	Formula Curva Aprendizaje	Factor m	Formula Costo Estimado ($Ce_{(i=n)}$)
Acarreo y Carguío de mineral	Resultado Diag Sit				
	Resultado MJCT	x	$h=1.4196; s=-0.131$	$m=(\ln(x)*s)+\ln(h)$	$Ce_{(i=n)}=e^m+(Ce_{(i=n-1)}-e^m)*(-+MJC_{(i=n-1)}+MJC_{(i=n)})$
Mayor productividad de scoop (tn/hr)	2016-2	3	$y=1.4196(x)^{-0.131}$	0.14	1.12
	2017-1	4			
	2017-2	5			
Menor horas de equipo (hr)	2016-2	3			
	2017-1	4			
	2017-2	5			1.13

Proceso de mejora continua 1: Mayor productividad de scoop

Estimado			
Etiquetas de fila	Semestre	Rendimiento MJCT	Costo Formula (\$/tmh)
Mayor productividad de scoop (tn/hr)	2016-2	60.00	1.23
	2017-1	70.00	1.18
	2017-2	80.00	1.12

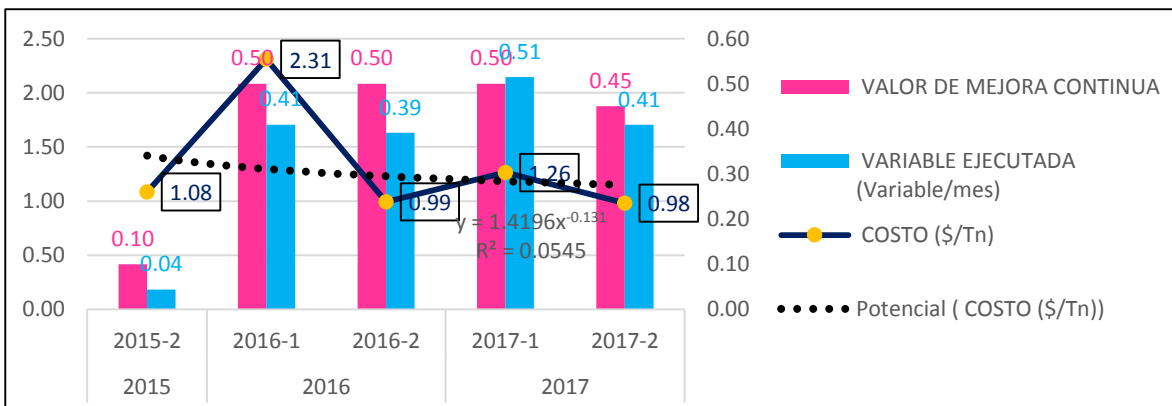
Ejecutado		Cumplimiento	
Rendimiento MJCT	Costo Real (\$/tmh)	Rendimiento MJCT	Costo (\$/tmh)
63.32	0.99	106%	81%
89.34	1.26	128%	107%
82.03	0.98	103%	88%



Proceso de mejora continua 2: Menor horas de equipo

Estimado			
Etiquetas de fila	Semestre	Rendimiento MJCT	Costo Formula (\$/tmh)
Menor horas de equipo (Khr)	2016-2	0.50	1.23
	2017-1	0.50	1.18
	2017-2	0.45	1.13

Ejecutado		Cumplimiento	
Rendimiento MJCT	Costo Real (\$/tmh)	Rendimiento MJCT	Costo (\$/tmh)
0.39	0.99	78%	81%
0.51	1.26	103%	107%
0.41	0.98	91%	87%



A continuación presentamos los 5 indicadores de sustento de la Influencia en el Beneficio Económico de la aplicación del proceso de mejora continua:

Estimado				
Etiquetas de fila	Semestre	Costo Formula (\$/tmh)	Produccion	Ahorro (D
Acarreo y Carguio de mineral	Resultado Diag Sit	1.32	90,800	62,605
	Resultado MJCT	1.20	500,160	

Ejecutado		
Costo Real (\$/tmh)	Produccion	Ahorro (D
2.21	93,372	505,612
1.11	460,323	

Cumplimiento		
Rendimiento MJCT	Costo (\$/tmh)	Ahorro (D
		808%
101%	93%	

- ✓ Desviación estándar típica = 0.49 \$/tmh
- ✓ Tasa de aprendizaje: 91%
- ✓ Cumplimiento de productividad de MJCT=101%
- ✓ Confiabilidad del modelo matemático = 93%
- ✓ Influencia del proceso de mejora continua en el Beneficio Económico = 808%

1.1.1.1.2. 2720 - Relleno Detrítico

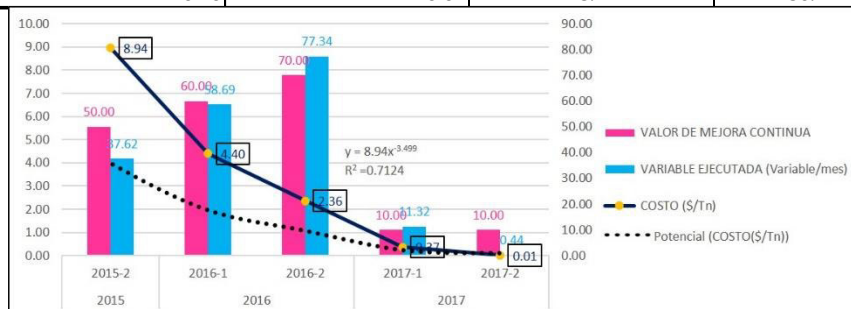
Etiquetas de fila	Variable principal	Variable de mejora continua	Mejor Si	Costo
Relleno Detritico				
Menor m3 de relleno (m3)	m3 relleno	m3 relleno	baja	baja

Etiquetas de fila	Semestre	Periodo	Formula Curva Aprendizaje	Factor m	Formula Costo Estimado ($C_{e(i=x)}$)
Relleno Detritico	Resultado Diag Sit				
	Resultado MJCT	x	$h=24.057; s=-3.499$	$m=(\ln(x))*s$	$C_{e(i=x)}=e^m*(C_{e(i=x-1)}-e^m)*(-+MJCT_{(i=x-1)}+MJCT_{(i=x)})$
Menor m3 de relleno (m3)	2016-2	3	$y=24.057(x)^{-3.499}$	-2.45	0.04
	2017-1	4			
	2017-2	5			

Proceso de mejora continua 1: Menor m3 de relleno

Estimado			
Etiquetas de fila	Semestre	Rendimiento MJCT	Costo Formula (\$/tmh)
Menor m3 de relleno (Km3)	2016-2	70.00	0.51
	2017-1	10.00	0.19
	2017-2	5.00	0.04

Ejecutado		Cumplimiento	
Rendimiento MJCT	Costo Real (\$/tmh)	Rendimiento MJCT	Costo (\$/tmh)
70.31	2.36	100%	459%
10.29	0.37	103%	195%
0.40	0.01	8%	36%



A continuación presentamos los 5 indicadores de sustento de la Influencia en el Beneficio Económico de la aplicación del proceso de mejora continua:

Estimado				
Etiquetas de fila	Semestre	Costo Formula (\$/tmh)	Produccion	Ahorro (Dif x Tn MJCT)
Relleno Detritico	Resultado Diag Sit	3.30	90,800	1,492,708
	Resultado MJCT	0.31	500,160	

Ejecutado		
Costo Real (\$/tmh)	Produccion	Ahorro (Dif x Tn MJCT)
4.78	93,372	1,664,254
1.17	460,323	

Cumplimiento		
Rendimiento MJCT	Costo (\$/tmh)	Ahorro (Dif x Tn MJCT)
		111%
70%	375%	

- ✓ Desviación estándar típica = 0.91 \$/tmh
- ✓ Tasa de aprendizaje: 9%
- ✓ Cumplimiento de parámetros de productividad de MJCT=70%
- ✓ Confiabilidad del modelo matemático = 375%
- ✓ Influencia del proceso de mejora continua en el Beneficio Económico = 111%

APENDICE 2

FOTOGRAFIAS

Perforación



Voladura



Transporte de mineral a Planta



Remoción de desmonte



Desarrollo de accesos



Avances en desarrollo



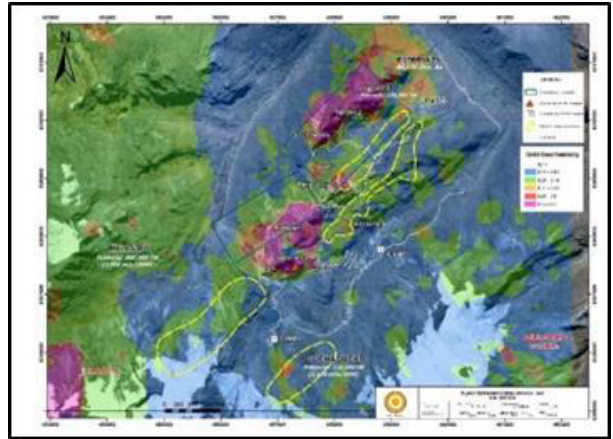
Avances en preparación



Tajeo



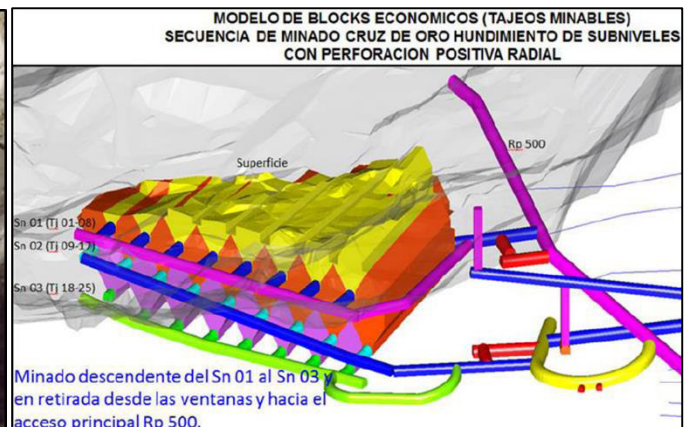
Transporte de mineral subterráneo a Planta Concentradora



Acarreo y carguío de mineral



Relleno detrítico



APENDICE 3

DOCUMENTACIÓN

CONSORCIO RUMAGE S.A.
Ingeniería y Servicios Geotécnicos

REPORTE DE EQUIPO DE PERFORACION

MINA (Jumbo - Jackleg) - TAJO (Perforadora)

Nº 004037

FECHA / GUARDIA: 24-08-17		HOROMETRO		MOTOR		PERCUSION		ELECTRICO	
CONTRATISTA: C. RUMAGE		INICIAL:							
EQUIPO: SIDA S.MOA		FINAL:							

INSUMO	TIPO INSUMO	COD. INTERNO
BARRA		
BROCA		
ESTABILIZ		

P	Hora Inic.	Hora Fin.	Cod. Activ.	Labor	Ubicación	Piso	Cod. Mat.	Cod. Roca	% Esc. Perf.	# Tal. Perf.	Ancho / Burden	Alt. / Espac.
1	7:00 P.	7:30 P.	201									
2	7:30 P.	8:00 P.	202									
3	8:00 P.	8:20 P.		Instalación de equipo en el tajo	12 m							
4	8:20 P.	9:00 P.		SE PERFORO 02 TALADROS de 9 BARRAS								
5	9:00 P.	9:30 A.										
6												
7				A PERFORAR el segundo taladro se atasco								
8				la barra a las 11:30 SE RECUPERO a las								
9				2:30 AM -								
10				SE PROCEDE EL EQUIPO POR VIBRADO EN LA								
11				INTERSECCION C.K. 250 - CAMARA DE CARGA EN 4								
12												
13												
14												
15												
16												

Operador: LEONIDAS GUISPE	Subordinado:	Jefe de Guardia:	Residente CITA:	Observaciones:
---------------------------	--------------	------------------	-----------------	----------------

ACTIVIDADES OPERATIVAS

191 Perf. Horizontal (Blasting)

192 Perf. Vertical (Blasting)

193 Perf. Frontal

194 Perf. Ranqueo

195 Perf. Radial

196 Perf. Desagradador

197 Perf. Producción

198 Perf. Remate

199 Perf. Para Perros (Jacking)

200 Perf. Para Perros (Jacking)

201 Otros Trabajos

DEMORAS OPERATIVAS (1)

201 Reporte de Guardia

202 Chequeo de Máquina

203 Refrigero

DEMORAS OPERATIVAS (2)

201 Esperando Orden

202 Abastecimiento de Combust.

203 Traslado de Equipo

204 Faltas de Agua

205 Instalación de Agua / Energía

206 Cambio de Accesorios

207 Esperando Frente de Trabajo

208 Faltas de Insumos / Accesorios

209 Otros Demoras Operativas

DEMORAS NO OPERATIVAS

401 Faltas Mecánicas

402 Mantenimiento Programado

403 Mantenimiento Preventivo

404 Faltas Eléctricas

405 Faltas de Energía

406 Otros Demoras No Operativas

CÓDIGOS DE MATERIAL

M Mineral

D Desmonte

CÓDIGOS DE ROCA

CA Caliza

P Pílex

VD Volcanismo

Formato de perforación con Jumbo

CONSORCIO RUMAGE S.A.
Ingeniería y Servicios Geotécnicos

REPORTE DE PERFORACIÓN TALADROS LARGOS

Nº 000151

Fecha: 12-09-17		HOROMETRO		MOTOR DIESEL		PERCUSION		MOTOR ELECTRICO	
Turno: 2da		INICIAL:		2059.8		716.60			
Guardia: A		FINAL:		2059.9		720.02			
Equipo: SIDA S.MOA									

INSUMO	TIPO INSUMO	COD. INTERNO
Barra		
Broca		
Broca Rimado		

Item	Hr Inicial	Hr Final	Código Actividad	Nivel	Labor	Fila	Nº Taladro	Código Material	Nº de Barras	Long (m)	Nº Tal. Perf.	Nº Tal. Rimados	Observaciones
1	7:00 P.	7:30 P.	201										
2	7:30 P.	8:00 P.			SE REPASO CONTADO POR EQUIPO 139 TALADROS								
3	8:00 P.	8:20 P.	202										
4	8:20 P.	9:00 P.	203		SE REPASO LOS TALADROS EN TAJO - 17 M.								
5					12 TALADROS REPASADOS de 41 BARRAS								
6					01 TALADRO PERFORADO de 10 BARRAS								
7													
8	9:00 P.	9:30 P.			SE ABISO EN CARGA de TALADROS LARGOS								
9													
10													
11													
12													
13													
14													
15													
16													
17													
18													
19													
20													
21													
22													
23													
24													
25													

Operador: LEONIDAS GUISPE	Subordinado:	Jefe de Guardia:	VR Supervisión CTA:	Observaciones:
---------------------------	--------------	------------------	---------------------	----------------

ACTIVIDADES

ACTIVIDAD OPERATIVA

101 Re perforación

102 Perf. Vertical

103 Perf. Ranqueo

104 Perf. Radial

105 Perf. Rimado

106 Perf. Piv. Corte

107 Perf. Tal de Servicio Drenaje

108 Perf. Tal de Servicio Eléctrico

109 Abastecimiento y recuperación de aceros

110 Cargado de explosivos

111 Otros trabajos

DEMORAS OPERATIVAS (1)

201 Reporte de Guardia

202 Chequeo de Equipo

203 Inspección de labor

204 Capacitación

205 Llenado de reporte

206 Refrigero

207 Entrada y Salida

DEMORAS OPERATIVAS (2)

301 Lavado del Equipo

302 Faltas de Combustible

303 Traslado de Equipo

304 Faltas repa labor

305 Demora de Roca

306 Faltas de Energía

307 Obstrucción de vías con material

308 Faltas de Operación

309 Faltas de Ventilación

310 Faltas Labor de Trabajo

311 Faltas de agua

312 Faltas de aceros

313 Faltas de mala topografía

314 Instalación de equipo

401 Otros demoras operativas

DEMORAS NO OPERATIVAS

401 Faltas mecánicas

402 Mantenimiento Programado

403 Mantenimiento Preventivo

404 Faltas Eléctricas

405 Faltas de Energía

CÓDIGOS DE MATERIAL

M Mineral

D Desmonte

Formato de perforación con equipo de taladros largos

CONSORCIO RUMAGE S.A.
Minería y Minería Asociada

REPORTE DE EQUIPO DE ACARREO/CARGUIO
MINA (Scooptram) - TAJO (Cargador Frontal - Pala Electrohidráulica - Retroexcavadora)

Nº 004872

FECHA / GUARDIA		HORIZONTE		MOTOR	
CONTRATISTA		INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL
EQUIPO					

P	Hora In.	Hora Fin.	Cod. Activ.	Labor	Ubicación	Piso	Cod. Mat.	Cod. Roc.	Ruta	# Cuch.	Equipo Transp. (opcional)
1	07:00	08:05	201	Taller	4892	-	-	-	Pomareni	-	-
2	08:05	08:25	201	Taller	4892	-	-	-	Pomareni	-	-
3	08:25	08:45	124	Alm.	4892	-	-	-	Pomareni	-	-
4	08:45	09:05	124	Alm.	4892	-	-	-	Pomareni	-	-
5	09:05	09:25	124	Alm.	4892	-	-	-	Pomareni	-	-
6	09:25	09:45	124	Alm.	4892	-	-	-	Pomareni	-	-
7	09:45	10:05	124	Alm.	4892	-	-	-	Pomareni	-	-
8	10:05	10:25	124	Alm.	4892	-	-	-	Pomareni	-	-
9	10:25	10:45	124	Alm.	4892	-	-	-	Pomareni	-	-
10	10:45	11:05	124	Alm.	4892	-	-	-	Pomareni	-	-
11	11:05	11:25	124	Alm.	4892	-	-	-	Pomareni	-	-
12	11:25	11:45	124	Alm.	4892	-	-	-	Pomareni	-	-
13	11:45	12:05	124	Alm.	4892	-	-	-	Pomareni	-	-
14	12:05	12:25	124	Alm.	4892	-	-	-	Pomareni	-	-
15	12:25	12:45	124	Alm.	4892	-	-	-	Pomareni	-	-
16	12:45	13:05	124	Alm.	4892	-	-	-	Pomareni	-	-
17	13:05	13:25	124	Alm.	4892	-	-	-	Pomareni	-	-
18	13:25	13:45	124	Alm.	4892	-	-	-	Pomareni	-	-
19											
20											

Operador	Sobresaliente	Jefe de Guardia	Residente CITA	Observaciones
<i>[Firma]</i>		<i>[Firma]</i>		<i>[Firma]</i>

Formato de acarreo, carguío y relleno con scoop a control remoto

Cori Puno S.A.

REPORTE DIARIO DE SCOOPTRAM

Nº 011894

FECHA		ZONA	HOROM. INICIAL
01-12-16		Pomareni - no. 4892, 4949	1110.2
SCOOPTRAM		GUARDIA	HOROM. FINAL
01-12-16		Dia	1117.4
HORAS DE TRABAJO		OPERADOR	TOTAL HORAS
01-12-16		Daniel Canaza Apaza	6.4

ACTIV.	HORA INICIAL	HORA FINAL	T. DE HORAS	MATERIAL M/D	CONTRATA	NIVEL	LABOR	CUMPL. (%)	Nº CUCHARAS	OBSERVACIONES
M-1	1110.2	1110.3	0.1		Alm.	4892				* calentamiento de equipo
01	1110.3	1112.6	2.3	M-	Rumage	4892	Gal 12 - C. Carguio		27	* Limpieza mineral solo
06	1112.6	1113.5	0.9	M-	Alm.	4892	C. Carguio - 4892		06	* Carguio de mineral solo
06	1113.5	1117.1	3.6	M-	Alm.	4949	C. Carguio No 2		14	* Carguio de mineral a los 2 volquetes

ACTIVIDADES OPERATIVAS		ESTADO FINAL DEL EQUIPO		DEMORAS NO OPERATIVAS	
1 Limpieza de Mineral		Operativo	No Operativo	11 Falla Mecánica	
2 Acumulacion de Mineral		CONSUMO DE PETROLEO	22.0 Galones	12 Mantenimiento Programado	
3 Limpieza de Desmonte		OBSERVACIONES FINALES		13 Mantenimiento Preventivo	
4 Plataforma		Equipo queda operativo.		14 Falla Eléctrica	
5 Limpieza de via		* Rumage 2.3 horas Efectivos		15 Espera de Mecánico	
6 Carguio Mineral				16 Otras Demoras No Operativas	
7 Carguio Desmonte				DEMORAS OPERATIVAS	
8 Relleno Convencional				17 Esperando Orden	
9 Servicios				18 Abastecimiento de Combustible	
10 Otros Trabajos en Labor				19 Traslado de Equipo	
CÓDIGO DE MATERIAL				20 Cambio de orden	
M Mineral				21 Falta de Labor	
D Desmonte				22 Chequeo de Maquina	

Firma de Operador: *[Firma]* 30579623 Firma de Supervisor: *[Firma]*

Formato de acarreo, carguío y relleno con scoop manual

REPORTÉ DE PERFORACIÓN Y VOLADURA - TAJO ABIERTO

Cori Puno S.A.C.

PARÁMETROS A CONSIDERAR EN EL DISEÑO

EQUIPO DE PERFORACIÓN: *Rock Drill D x 700 Futaba*

TIPO DE MALLA DE PERFORADORA:

BURDEN: *3.00*

ESPACIAMIENTO: *3.00*

TIPO DE ROCA: *Caucho*

ALTURA DE BANCO: *5.80*

ANGULO DE TALUD DE TRABAJO: *90°*

PERFIL TÍPICO DE CORTE

EMULNOR : Unds. *118 x 04*

ANFO : Kgs. *60 Grms. ()*

CORDON : Mts. *3.5*

FANEL : Unds. *01*

Kilogramo de explosivo X Taladro

Volumen Teórico, Insitu perforado

8352 m³

ESQUEMA DE CARGA DE TALADRO

→ Cordon

→ Taco 0.8"

→ Fanel

→ Anfo

→ Emulniores

USO DE FANELES

FANEL 1	3
FANEL 2	4
FANEL 3	4
FANEL 4	6
FANEL 5	6
FANEL 6	6
FANEL 7	8
FANEL 8	9
FANEL 9	9
FANEL 10	11
FANEL 11	11
FANEL 12	11
FANEL 13	12
FANEL 14	11
FANEL 15	10
FANEL 16	9
FANEL 17	8
FANEL 18	7
FANEL 19	5
FANEL 20	6
RETARDO 25	
RETARDO 42	

DIAGRAMA DE PLANTA

50 mts.

RESPONSABLE DE LA VOLADURA: *Eduardo Pareda*

SUPERVISOR MINA: *Celso Pareda*

JEFE DE AREA: *Ing. Juan Villanueva*

Formato de perforación y voladura tajo abierto

TRANSPORTES ALARCON E INVERSIONES S.R.L. TRANSPORTE DE MINERAL - DESMONTE

RUC: 20601201250 *1047151* Nº *000062*

Operador: *EDUARDO ALARCON* Placa: *AMV-775*


Fecha: *13-07-17* Código: *144* Turno: *NOCHE*

CON	C	DESCRIPCION DEL TRABAJO	HR INICIO	HR FINAL	DELO	REG	TIPO
11	1	ENCARGAMIENTO DE EQUIPO	7.00	7.10	0.10		
11	2	ENCARGAMIENTO - PLANTA	7.10	7.30	0.20		
11	4	STAN BAY	7.30	10.00			
11	2160	TRU DE ORO - BOTADERO	10.00	10.10	0.10		Solo
11	2160	TRU DE ORO - BOTADERO	10.10	10.20	0.10		Solo
11	2160	TRU DE ORO - BOTADERO	10.20	10.30	0.10		Solo
11	2160	TRU DE ORO - BOTADERO	10.30	10.40	0.10		Solo
11	2160	TRU DE ORO - BOTADERO	10.40	10.50	0.10		Solo
11	2160	TRU DE ORO - BOTADERO	10.50	11.00	0.10		Solo
11	2160	TRU DE ORO - BOTADERO	11.00	11.10	0.10		Solo
11	2160	TRU DE ORO - BOTADERO	11.10	11.20	0.10		Solo
11	2160	TRU DE ORO - BOTADERO	11.20	11.30	0.10		Solo
11	2140	TRU DE ORO - MINERA PLANTA	11.30	1.00	1.30	28830	
11	2140	TRU DE ORO - MINERA PLANTA	1.00	2.30	1.30	29540	
11	2190	TRU DE ORO - MINERA PLANTA	2.30	4.00	1.70	32380	
11	3	DESCARGA	4.00	5.00			
11	2510	TRU DE ORO - MINERA PLANTA	5.00	6.30	1.30	29780	
11	2	ACABAMIENTO - CHUFO	6.30	6.40	0.10		
11	2	CHUFO - PASTORELLO	6.40	7.00	0.20		
HORAS DESPACHADAS			1.00				
HORAS EFECTUAS			7.30				
TOTAL DE HORAS			8.30				
PESO TOTAL DE MINERAL			120,730				
HOROMETRO INICIAL			3277.30				
HOROMETRO FINAL			3286.00				
Total Viajes			13				
Total Horas			8.30				

Supervisor Mina: *[Firma]* Contador: *[Firma]* Operador: *[Firma]*

1047151 *4401538* *1453778*

Formato de reporte de equipo de cargador frontal, excavadora y tractor


Cori Puno SAC

TRANSPORTE DE MINERAL - DESMONTE

Transportista: E.T. MIL OFERTAS TESORITO S.R.L. Placa: AKH - 853

Fecha: 15/9/17 Código: 4932 Turno: NOCHE

CDR	C. COSTO	DESCRIPCION DEL TRABAJO	HR. INICIO	HR. FINAL	CICLO	PESO	FRIMA
-----	----------	-------------------------	------------	-----------	-------	------	-------

200	H1	Corte / Fuelle / T.C.	900	910	10		
-----	----	-----------------------	-----	-----	----	--	--

200	D2	Carga / Carga / P. HITE	910	930	20		
-----	----	-------------------------	-----	-----	----	--	--

200	N4	5161043					
-----	----	---------	--	--	--	--	--

200	2145	4892 / 6011 / GANC.	350	1000	30		
-----	------	---------------------	-----	------	----	--	--

200	2510	4536 / P.O. / T.J. 17 E	1000	1700	200	24	100
-----	------	-------------------------	------	------	-----	----	-----

200	2510	4536 / P.O. / T.J. 17 E	1200	100	100		
-----	------	-------------------------	------	-----	-----	--	--

200	2510	4892 - P.O. / T.J. 12 E	100	250	100	22	30
-----	------	-------------------------	-----	-----	-----	----	----

200	2510	4892 - P.O. / T.J. 12 E	250	340	150	24	100
-----	------	-------------------------	-----	-----	-----	----	-----

200	2510	4892 / P.O. / T.J. 12 E					
-----	------	-------------------------	--	--	--	--	--

200	H1	DBA572 / C.M. / T.C.	340	350	10		
-----	----	----------------------	-----	-----	----	--	--

200	D2	GAITE / CUCHA / P.O. / T.J. 12 E	350	410	20		
-----	----	----------------------------------	-----	-----	----	--	--

200	D2	GAITE / CUCHA / P.O. / T.J. 12 E					
-----	----	----------------------------------	--	--	--	--	--

200	D2	GAITE / CUCHA / P.O. / T.J. 12 E					
-----	----	----------------------------------	--	--	--	--	--

200	D2	GAITE / CUCHA / P.O. / T.J. 12 E					
-----	----	----------------------------------	--	--	--	--	--

200	D2	GAITE / CUCHA / P.O. / T.J. 12 E					
-----	----	----------------------------------	--	--	--	--	--

200	D2	GAITE / CUCHA / P.O. / T.J. 12 E					
-----	----	----------------------------------	--	--	--	--	--

200	D2	GAITE / CUCHA / P.O. / T.J. 12 E					
-----	----	----------------------------------	--	--	--	--	--

200	D2	GAITE / CUCHA / P.O. / T.J. 12 E					
-----	----	----------------------------------	--	--	--	--	--

200	D2	GAITE / CUCHA / P.O. / T.J. 12 E					
-----	----	----------------------------------	--	--	--	--	--

200	D2	GAITE / CUCHA / P.O. / T.J. 12 E					
-----	----	----------------------------------	--	--	--	--	--

200	D2	GAITE / CUCHA / P.O. / T.J. 12 E					
-----	----	----------------------------------	--	--	--	--	--

200	D2	GAITE / CUCHA / P.O. / T.J. 12 E					
-----	----	----------------------------------	--	--	--	--	--

200	D2	GAITE / CUCHA / P.O. / T.J. 12 E					
-----	----	----------------------------------	--	--	--	--	--

200	D2	GAITE / CUCHA / P.O. / T.J. 12 E					
-----	----	----------------------------------	--	--	--	--	--

200	D2	GAITE / CUCHA / P.O. / T.J. 12 E					
-----	----	----------------------------------	--	--	--	--	--

200	D2	GAITE / CUCHA / P.O. / T.J. 12 E					
-----	----	----------------------------------	--	--	--	--	--

HOROMETRO INICIAL 6317:15

Total Viajes 4

HOROMETRO FINAL 6325:25

Total Horas 8:10

Supervisor Mifa

Controlador

Operador

[Signature]
R. Copina
42275243

[Signature]
J. Quirós
Quirós J. C.

Jose J. De
61381342

Cori Puno S.A.C.

Nº 080301

CONTROL DE TRANSPORTE

MINERAL ☐

DESMONTE ☐

Nº DE VIAJE _____

FECHA:

TURNO: NOCHE: ☐

DÍA: ☐

ZONA:

ORIGEN:

BANCO/NIVEL:

POLÍGONO:

DESTINO

EQUIPO DE CARGUÍO:

PLACA DE VOLQUETE:

COD:

Hra. SALIDA:

Hra. LLEGADA

RESPONSABLE DEL ENVÍO:

CONTROL DE HORAS MÁQUINA

Cori Puno S.A.C. 10199157

EQUIPO: <i>Carro de Frontal</i>	CÓDIGO: <i>950-H</i>
OPERADOR: <i>Gonz</i>	FECHA: <i>15-09-2017</i>
SUPERVISOR:	TURNO: <i>7m</i>

CDR	C. COSTO	DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO	HRS. INICIO	HRS. FINAL	TOTAL HRS.	OBSERVACIONES
70	2145	E-1	7:30	11:20	4.20	
		M-4	11:30	1:20	2.00	
80	2140	E-1	1:30	3:30	2.00	
73		E-2	5:10	5:40	0.30	
72	2115	E-1	5:40	6:21	0.40	
					7	

HORÓMETRO INICIAL: *40254.5* Hrs. Efectivas: *9.06*
HORÓMETRO FINAL: *40263.6* Hrs. Desplaz.:
Supervisor Mina: Controlador: *71604980* Operador: *1620920*

Formato de control de Horas (cargador frontal)

CONTROL DE HORAS MÁQUINA

Cori Puno S.A.C. 10199153

EQUIPO: <i>Tractor</i>	CÓDIGO: <i>D81</i>
OPERADOR: <i>Lino Choque Larcavito</i>	FECHA: <i>13-09-2013</i>
SUPERVISOR: <i>Calderon More Chao L</i>	TURNO: <i>DIA</i>

CDR	C. COSTO	DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO	HRS. INICIO	HRS. FINAL	TOTAL HRS.	OBSERVACIONES
9	M-1	Platificador	1:48	2:00	0:12	20%
2		mantto				
0	D-2	Taller mantto a	2:00	3:10	0:10	20%
		Planto				
	E-26		2:00	4:50	2:50	2180
	M-2					

HORÓMETRO INICIAL: *25932.3* Hrs. Efectivas: *3.12*
HORÓMETRO FINAL: *25935.5* Hrs. Desplaz.:
Supervisor Mina: Controlador: *02538254* Operador: *mm*

Formato de control de horas (tractor)

MINERA HALCONES S.A.C.
 Cel: 952 868432
 RPM: 6951129515

PARTE DIARIO DE EQUIPOS

FECHA: 07-09-17	CODIGO: 320 D21
EQUIPO: Excavadora CAT	OPERADOR: Edwin Gallo Cruz
PLACA: 265927	TURNO: Noche
HORIMETRO INICIAL: 2572.0	HORIMETRO FINAL: 2572.0
AREA ASIGNADA: Mina Cruz de Oro	

CDR	C.COSTO	DESCRIPCION DEL TRABAJO	HORA DE INICIO	HORA DE TERMINO	TOTAL HORAS
920	2130	A1	8:00	8:10	0.10
920	2130	E-20	8:10	8:30	0.20
920	2130	E-7	8:30	8:40	0.10
920	2130	E-10	8:40	7:50	7.10
920	2130	E-9	7:50	10:10	2.20
920	2130	E-20	10:10	11:50	1.40
920	2130	E-4	11:50	12:10	0.20
920	2130	A12	12:10	12:20	0.10
920	2130	A7			
920	2130	E-20	1:30	3:20	1.50
920	2130	A4			
920	2130	E-20	4:30	7:50	3.20
920	2130	E-28	7:50	5:35	0.45
TOTAL HORAS TRABAJADAS			7.15		

GASOLINA: ☐ DIESEL: ☒ ACEITE: ☐ CANTIDAD: 640.61

FECHA DE INGRESO A TALLER: / / FECHA DE SALIDA DE TALLER: / /

DETALLE DE MANTENIMIENTO:

OBSERVACION:

SUPERVISOR DE MINA: *[Firma]* CONTROLADOR: *[Firma]* OPERADOR: *[Firma]*

Formato control de horas (excavadora)

RETROEXCAVADORA 420F
CAT
TRABAJOS DE DESMONTE Y MANTENIMIENTO
 N° 000497

COMUNIDAD CAMPESINA DE LINTUCA

Fecha: 02-09-17 Operador de Retroexcavadora: LUCIO LIMA FLORES

Supervisor: 10197211. 1er Turno: 12:00 2do Turno: 12:00

CDR	C.COSTO	DESCRIPCION DEL TRABAJO	CICLO	HR. INICIO	HR. FINAL	FIRMA
1		CALENTAMIENTO DE EQUIPO	00.07	06.37	06.46	
2		TRASLADO DE PAÑUELOS	00.71	08.26	08.33	
3		ENTRADA DE COORDINACION				
4		SELECCION DE PIEDRAS EN CANAL DE COORDINACION	00.73	09.02	09.43	
5		TRASLADO DE CEMENTO	00.73	12.00	12.21	
6		ENTRADA DE COORDINACION				
7		TRASLADO DE TADIONES	00.71	01.20	02.11	
8		ARENA CRUESA Y SELECCION DE PIEDRA				
9		ACARreo DE CONCRETO	02.58	02.22	05.03	
10		ENTRADA DE COORDINACION				
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						

OBSERVACIONES:

TOTAL HORAS TRABAJADAS 05.08

HORIMETRO INICIO: 6027.4 HORAS PECTIVAS: HORAS DESPLAZADAS:

HORIMETRO FINAL: 6033.0

OPERADOR: *[Firma]* CONTROLADOR: *[Firma]* SUPERVISOR DE MINA: *[Firma]*

Formato de trabajos de desmonte y mantenimiento superficial

REPORT DE MANITIO

Nº 001809

ACTIVIDADES

ACTIVIDAD OPERATIVA

- 151 Servicio Asistencia
- 152 Servicio Asistencia
- 153 Instalación Ventilador
- 154 Instalación Tuberías
- 155 Asesoría de personal
- 156 Cálculo de datos
- 157 Otro Indica

DEMANDAS OPERATIVAS (1)

- 201 Asesoría de personal
- 202 Chequeo de máquina
- 203 Refrigera
- 204 Fomente y Salud

DEMANDAS OPERATIVAS (2)

- 301 Llamado de Evidencia
- 302 Asesoramiento de Combustible
- 303 Proyecto de Equipo
- 304 Transporte y recuperación de asfalto
- 305 Desape de Roca
- 306 Poda de Energía
- 307 Asesoramiento de uso de material
- 308 Poda de Control
- 309 Poda de Ventilación
- 310 Poda Laboral de Trabajo
- 311 Otro demanda operativa

DEMANDAS NO OPERATIVAS

- 401 Poda Asistencia
- 402 Mantenimiento Propiedad
- 403 Mantenimiento Propiedad
- 404 Mantenimiento Constructivo
- 501 Poda Material
- 502 Poda Control
- 503 Poda de Recurso

CODIGO DE MATERIAL

- 6 Material
- 7 Servicio

Turno *08:00*
Guardia *0*

Fecha *21-07-17*

Equipo *100000000*

Mantenimiento *Mot. Diesel*

Iniciol *3006.11*

Final *3008.07*

P	Hr Inicial	Hr Final	Código Actividad	Nivel	Veta	Labor	Ubicación	Material	Cent.	Observaciones
1	7:00	8:00	201							
2										
3	8:00	9:00	202							
4										
5	9:00	10:00	203							
6										
7	10:00	11:00	204							
8										
9										
10										
11										
12										
13										
14										
15										
16										
17										
18										
19										
20										
21										
22										
23										
24										
25										

Operador

Subestante

Jefe de Guardia

V.B. Supervisor G4

Observaciones:

<i>Asesoría de personal</i>	<i>100000000</i>	<i>15/07</i>		
-----------------------------	------------------	--------------	--	--

Formato de trabajos de mantenimiento subterráneo

CS
CONSORCIO SURGUE S.A.

REPORTE DIARIO TAREAS ADMINISTRATIVAS

Nº 000209

FECHA	LABOR	NOMBRES	CARGO	TRABAJOS REALIZADOS	HORAS
31-08-19	RP	EDWIN GARCIA A.	PERT	- INSTALACION DE BOMBA Y	2:00
	500 -	ADRIAN HANANI E.	RY	- DESINSTALACION	1:00
31-08-19	RP	ELMER TECONA Q.	PERT	- BOMBEO DE AGUA	2:00
	301 -	RODRI VILCA H.	RY	- INSTALACION DE BOMBA Y	2:00
31-08-19	CL	WILFREDO NORA Y	PERT	- DESINSTALACION	2:00
	13 N	GERMIN GUSQUE M	RY	- BOMBEO DE AGUA	2:00
				- PROLONGACION DE MANGA	2:00
				- DE VENTILACION	2:00
TOTAL					14:00

FIRMA SUPERVISOR DE MINA
CONSORCIO SURGUE S.A.

FIRMA SUPERVISOR DE MINA
CORI PUNO S.A.C.

Formato de reporte diario de tareas administrativas